

**“IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS QUE INCIDEN EN LA
CONTAMINACION DEL CARBON DESDE EL PROCESO DE
EXTRACCION EN MANTO 2, HASTA LA PLANTA
CLASIFICADORA DE LA EMPRESA CARBONES SAN FERNANDO
S.A.S EN LA VEREDA PASONIVEL-AMAGA – ANTIOQUIA”**

BREINER ALFONSO CONSTANTE CHARRIS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

SECCIONAL SOGAMOSO

ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS

SOGAMOSO

2016

**“IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS QUE INCIDEN EN LA
CONTAMINACION DEL CARBON DESDE EL PROCESO DE
EXTRACCION EN MANTO 2, HASTA LA PLANTA
CLASIFICADORA DE LA EMPRESA CARBONES SAN FERNANDO
S.A.S EN LA VEREDA PASONIVEL-AMAGA – ANTIOQUIA”**

BREINER ALFONSO CONSTANTE CHARRIS

**Propuesta modalidad práctica empresarial presentada como
requisito para optar al título:**

Ingeniero de minas

Director del proyecto

Segundo Manuel Romero Balaguera

Ing. de minas

Coordinador de práctica empresarial

Carlos Alberto Prisco

Ing. Minas

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

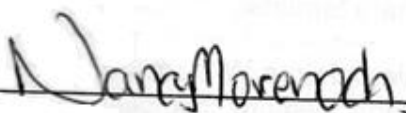
FACULTAD SEDE SECCIONAL SOGAMOSO

ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS

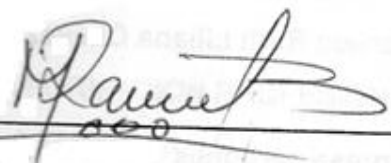
SOGAMOSO

2016

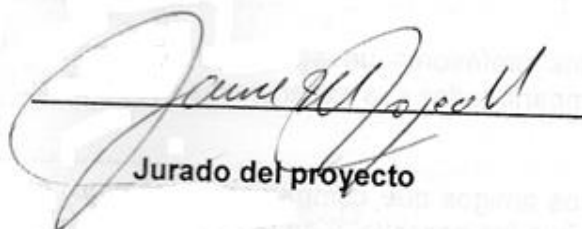
NOTA DE ACEPTACIÓN



Director de Escuela



Director del proyecto



Jurado del proyecto



Jurado del proyecto

Sogamoso, julio 12 de 2016.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** primeramente por permitirme terminar este proyecto porque me brindo las fuerzas necesarias en los momentos donde sentía que era casi imposible terminar.

A **mi familia** porque siempre han sido el motivo que me impulsa a ser una mejor persona.

Al Ingeniero, **Segundo Manuel Romero Balaguera**, director de mi proyecto, que fue una persona que siempre estuvo pendiente de ese proceso y me daba ánimos para terminar.

Al Ingeniero, **Jaime William Jojoa** una persona que hizo que este proyecto se desarrollara siempre cumpliendo las metodologías y el enfoque para la realización de este proyecto.

A la ingeniera **Ruth Liliana Chávez** que me guio en el proceso.

A la **empresa carbones San Fernando s.a.s.** por brindarme la oportunidad de seguirme educando, y poner en práctica mis conocimientos ingenieriles.

A los profesores un agradecimiento especial por todas sus enseñanzas y por compartir todas sus experiencias académicas.

A los amigos que compartieron conmigo, que me apoyaron en los momentos en que los necesite, y en especial a un amigo de toda la carrera **Javier Santos Peralta Padilla**, que estuvo totalmente pendiente del desarrollo de este proyecto, que me apoyo en cada etapa, gracias por su sana amistad y colaboración.

A la **UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA** por la excelente formación profesional recibida.

A todas estas personas, los más sinceros agradecimientos porque de una u otra manera contribuyeron a mi sano desarrollo como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
I. INFORME DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA CARBONES SAN FERNANDO S.A.S.	9
1. GENERALIDADES	9
1.1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	9
2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	10
2.1. AREA DE TRABAJO	10
2.2. CARGO ASIGNADO	10
2.3. HORARIO	10
2.4. FUNCIONES ASIGNADAS	10
2.5. EQUIPO DE TRABAJO	12
2.6. METODOLOGIA DE TRABAJO	12
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRÁCTICA	13
3.1. CAPACITACIONES RECIBIDAS	13
4. APORTES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	15
4.1. APORTES DE LA EMPRESA A LA FORMACION PROFESIONAL	15
4.2. APORTES DE LA PRÁCTICA A LA EMPRESA	15
II. INFORME TECNICO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	16
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVO ESPECÍFICOS	16
1. GENERALIDADES	17
1.1. LOCALIZACION GEOGRÁFICA Y VIAS DE ACCESO	17
1.2. GEOLOGIA	18
1.2.1. Geología regional	18
1.2.2. Geología local	24
1.2.3. Características geológicas del manto en estudio	25
2. LABORES MINERAS	26
2.1. LABORES DE DESARROLLO PREPARACION Y DESARROLLO	26
2.2. METODO DE EXPLOTACION Y MINERIA	30
3. PROPIEDADES DEL CARBON DE MANTO 2	32

3.1.	CARBONES LIMPIOS	32
3.2.	CALIDAD DEL CARBON	32
3.4.	MUESTREO EN BANDAS	32
3.5.	EQUIPO DE MUESTREO	33
4.	ANALISIS DE LA INFORMACIÓN DE MUESTREO	36
4.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA INFORMACIÓN	36
4.2.	VARIABILIDAD DE LA INFORMACION	43
5.	PLANTEO DE FACTORES QUE CONTAMINAN EL CARBON	44
6.	ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LOS FACTORES QUE CONTAMINAN EL CARBON	62
6.1.	ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE LOS FACTORES MÁS REPRESENTATIVOS	62
6.2.	RECOMENDACIONES: PLANTEADO DE ALTERNATIVA DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL CARBÓN	72
6.3.	VENTAJAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE BENEFICIO	78
6.4.	VIABILIDAD DEL LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA CARBÓN	78
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	80
	BIBLIOGRAFIA	81
	ANEXOS	82

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1. Localización del área de estudio	17
Figura 2. Dimensionamiento de un tajo	31
Figura 3. Cucharon para muestreo	34
Figura 4. Esquemas localización de muestreo en canal	35
Figura 5. Comparación de los porcentajes de cenizas	66

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Lugares de muestreo	33
Tabla 2. Resultados de muestreo día 13 de febrero	36
Tabla 3. Resultados de muestreo día 14 de febrero	37
Tabla 4. Resultados de muestreo día 15 de febrero	38
Tabla 5. Resultados de muestreo día 16 de febrero	39
Tabla 6. Resultados de muestreo día 18 de febrero	40
Tabla 7. Resultados de muestreo día 19 de febrero	41
Tabla 8. Resultados de muestreo día 20 de febrero	42
Tabla 9. Resultados de muestreo día 20 de febrero	43
Tabla 10. Muestra cabecera canal 1 núcleo	63
Tabla 11. Muestra tajo canal 1	63
Tabla 12. Muestra tajo canal 2	63
Tabla 13. Muestra tajo canal 3	64
Tabla 14. Muestra cabecera canal 2	64
Tabla 15. Muestra repartidora canal 1	64
Tabla 16. Muestra tajo canal 4	65
Tabla 17. Resumen de los resultados de muestreo en cana	65
Tabla 18. Resumen de los resultados promedio	66

LISTA DE FOTOS

	Pág
Foto 1. Respaldo del techo inmediato es frágil en tramos	45
Foto 2. Techo del tajo	46
Foto 3. Vaciado de techo inmediato	47
Foto 4. Mal estado de realces en la repartidora	49
Foto 5. Realces incompletos	50
Foto 6. Cuchilla interna	50
Foto 7. Tolva interna	51
Foto 8. El ángulo de fricción y granulometría del material	51
Foto 9. Cuchilla de banda 3, completamente en contacto	52
Foto 10. Acopio la ramada	53
Foto 11. Pilas de carbón sobre terreno suelto	54
Foto 12. Polvo que cae bajo la criba	54
Foto 13. Rocas grandes en el recorrido	55
Foto 14. Bajo la banda 4	56
Foto 15. Lignito o corrococho duro	57
Foto 16. Colero de la panzer sacando carga	57
Foto 17. Colero de la panzer	58
Foto 18. Lignitos o corrococho en el techo	59
Foto 19. Minerales en el manto	60
Foto 20. Frente de vía repartidora	60
Foto 21. Frente de vía sobreguia	61
Foto 22. Pérdida de la línea recta del tajo o serrucho en el tajo	61

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. Mantos de carbón sector amaga – Nechi	23

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. geología amaga-proyecto.

Anexo 2. columna estratigráfica generalizada el salto-presentacion2.

Anexo 3. Columna estratigrafica_geo-ca-1101-layout2.

Anexo 4. Plano 1. Nuevo San Joaquín m2 27-04-2015.

Anexo 5. Plano 2. Detalle de calles.

I. INFORME DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA CARBONES SAN FERNANDO S.A.S.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Esta práctica se realiza con los siguientes objetivos:

- Verificar que los conocimientos aprendidos en la universidad, son aplicables a la actividad minera cotidiana.
- Desarrollar un espíritu optimista ante las dificultades presentes en la minería.
- Conocer las dependencias operativas que hacen parte de un proyecto minero a gran escala.
- Aprender nuevos conocimientos para enriquecer y crecer en el ámbito profesional.
- Mostrar actitudes de liderazgo.
- Desarrollar el proyecto propuesto, para mejorar la calidad del carbón de manto 2.

2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

2.1. AREA DE TRABAJO

El área asignada para desempeñar mis funciones esta en dos departamentos operativos, el departamento de producción en la sección de explotación como ingeniero aprendiz, y el departamento de logística y despacho en la sección laboratorio encargándome en la toma y análisis de muestras para calidades del carbón.

2.2. CARGO ASIGNADO

Ingeniero asistente del área de producción, y en el área de logística y despacho del carbón.

2.3. HORARIO

La práctica en calidad de ingeniería asistente, se lleva a cabo en el horario de 6:30 am a 2:30 pm

2.4. FUNCIONES ASIGNADAS

Dentro de las funciones asignadas dentro del área de producción, y en el área de logística y despacho del carbón.

Corresponden funciones de:

- Inspecciono y verifico la seguridad e identificación de riesgos en que pueden incurrir los trabajadores en el tajo.
- Conocer el origen en la iniciación de un tajo como método explotación.
- Conocer los grandes problemas que se presentan en un proyecto minero y solución de los mismos.
- Reconocer el proceso de seguimiento en investigaciones en incidentes y accidentes ocurridos en la mina.
- Tomar muestras en bandas que lleva material al pozo tolva para saber que tanto se contamina el carbón antes de la cuchilla.
- Tomar muestras en la banda que lleva carbón de la tolva de carbón que viene de la repartidora de manto 2 para el desarrollo del proyecto en modalidad práctica empresarial requisito de grado.

- Colaborar en el laboratorio con exámenes próximos como humedad y cenizas.
- Verificar el cumplimiento de normatividad principalmente del código de minas.
- Entre otras actividades que se vinculan con el aprendizaje del área técnica y de ingeniería:
 - se aprendió sobre la cantidad de insumos necesarios para un turno, calidad de la madera.
- Se conocieron los posibles problemas que afectan a la explotación por tajo, y las mejores soluciones para cada problema.
- Se desarrolló pensamiento crítico en el reconocimiento del personal con mejores capacidades para desarrollar cada trabajo, evaluación del trabajo desempeñado.
- Reforzar conocimientos sobre sostenimiento de una vía, para largo, mediano o corto plazo según la importancia de la vía.
- Se conoció a detalle los sistemas de transportes continuos, mejores maneras de evacuación de carga de los frentes de desarrollo.
- Se aprendieron funciones específicas como:
 - Instalación correcta de carrileras
 - Instalación de malacates
 - Reconocimiento de acero dañado (palancas y capices)
 - Evaluación de puesta de sostenimiento para vía en una dirección.
 - Desarrollo de informe para empalme con los otros turnos.
 - Conocimiento en los pasos para armar una banda, una panzer o prolongación de las mismas.
 - Como centrar una banda.
 - Como hacer una tolva.
 - Como hacer desaquiar una tolva
 - Se aprendió sobre hacer vías verticales o chimeneas.

- Se reforzaron conocimiento sobre manejo de explosivos, adecuado y controlado uso de este.
- Verificación de puntos críticos en el sostenimiento.
- Solución para problemas de hinchamiento de pisos, y carga en el sostenimiento.
- Reconocer la importancia de los implementos de protección personal
- Destreza en el manejo de personal

2.5. EQUIPO DE TRABAJO

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con el siguiente equipo de trabajo:

BREINER ALFONSO CONSTANTE CHARRIS

Director del proyecto: **Ing.SEGUNDO MANUEL ROMERO BALAGUERA**

Codirector del proyecto: **ING. CARLOS ALBERTO PRISCO**

Asesorías: Profesionales de la empresa **CARBONES SAN FERNANDO S.A.S** y docentes de la universidad.

2.6. METODOLOGIA DE TRABAJO

El método que se empleará para el desarrollo de la práctica será:

- Reuniones frecuentes con el equipo de trabajo, para la debida distribución de funciones que le corresponde a cada miembro de este.
- Programación de los espacios para el desarrollo del proyecto.
- Recolección de las muestras en bandas y análisis de la información en oficina.
- Procesamiento estadístico de la información.
- Elaboración de documentos para el proyecto.
- Estudio de las alternativas de la propuesta.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRÁCTICA

El cumplimiento de las actividades en el proceso de prácticas, se desarrollará con las especificaciones en los estándares estipulados por el coordinador de la práctica o jefe inmediato y capacitaciones recibidas desde el proceso de ingreso a la empresa, esto por el conocimiento del área para tener una mayor perspectiva de cómo se trabaja en una empresa minera y se amplíe la visión de cómo resolver el problema a tratar durante el transcurso del periodo de aprendizaje; a medida que se vaya capacitando el aprendiz tendrá el conocimiento para el desarrollo para construir diariamente el proyecto respetando las actividades presentadas en el cronograma de actividades.

3.1. CAPACITACIONES RECIBIDAS

Desde el momento del ingreso la empresa programa una serie de capacitaciones, para darnos a conocer cada proceso que se desarrollan en los departamentos involucrados en la formación del aprendiz, reconociendo las mayores falencias dando ideas para la puesta en marcha para proyectos universitarios en modalidad de grado que benefician a la empresa, hasta el momento estas son las capacitaciones recibidas:

- **Inducción Sistema Alerta**

Fecha: 09/02/2015

- **Inducción en la mina: visita a las instalaciones de superficie** (instalaciones de ingeniería, planeación, desarrollo sostenible, laboratorios planta clasificadora, talleres, almacenes entre otras)

Fecha: 09/02/2015

- **Inducción en la mina: visita a las instalaciones subterráneas**

Fecha: /02/2015

- **Inspección a la labor estándar entibada recuperada**

Fecha: 11/02/2015

- **Seguimiento al Procedimientos estándar de la labor encapizada-paleada** fecha: 10/02/2015

- **Conferencia privada: como iniciar un tajo con tratamiento al espacio vacío mediante derrumbe dirigido y parámetros a tener en cuenta para este.**

Fecha: 23/02/2015

- **Procedimiento de investigación de incidentes y accidentes mineros**
- **Limitantes en el proceso de producción por tajo**
- **Índices de calidades del carbón**
- **Múltiples orientaciones sobre cualquier duda originada sobre ambientes mineros.**

4. APORTES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

4.1. APORTES DE LA EMPRESA A LA FORMACION PROFESIONAL

Con el desarrollo de ésta práctica se conoció y entendió la operación en cada una de las secciones en la áreas de producción y de logística y despacho teniendo así una perspectiva amplia de las actividades y tareas mineras, los problemas que se presentan diariamente, posibles factores causantes de fallas en las operaciones mineras y presentando propuestas que permitan mejorar dichos problemas, intentando también optimizar las operaciones mineras.

En cada función espacio donde se asistía con ingeniero con quien se estaba, se aprendía algo diferente.

Fue una experiencia bastante gratificante a que a pesar de brindarme conocimientos en el campo de la ingeniería de minas, también me brindo la capacidad de madurar para empezar la etapa laboral.

4.2. APORTES DE LA PRÁCTICA A LA EMPRESA

La empresa se ve beneficiada ya que este proyecto fue de suma importancia porque la alta contaminación por cenizas es un problema que le está originando problemas a la empresa, problemas que llegan a la índole económica, porque los elevados porcentajes de cenizas son sancionados con un porcentaje en el precio. Las alternativas propuestas a los factores encontrados harían una disminución significativa a los porcentajes de ceniza.

Además cuando un estudiante universitario llega a hacer prácticas a carbón san Fernando s.a.s se les da unas funciones que debe cumplir, y de esta manera que se hace un aporte directo a la empresa.

II. INFORME TECNICO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los parámetros que inciden en la contaminación del carbón en el proceso de extracción en manto 2, hasta planta de clasificación de la empresa carbones san Fernando S.A.S.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

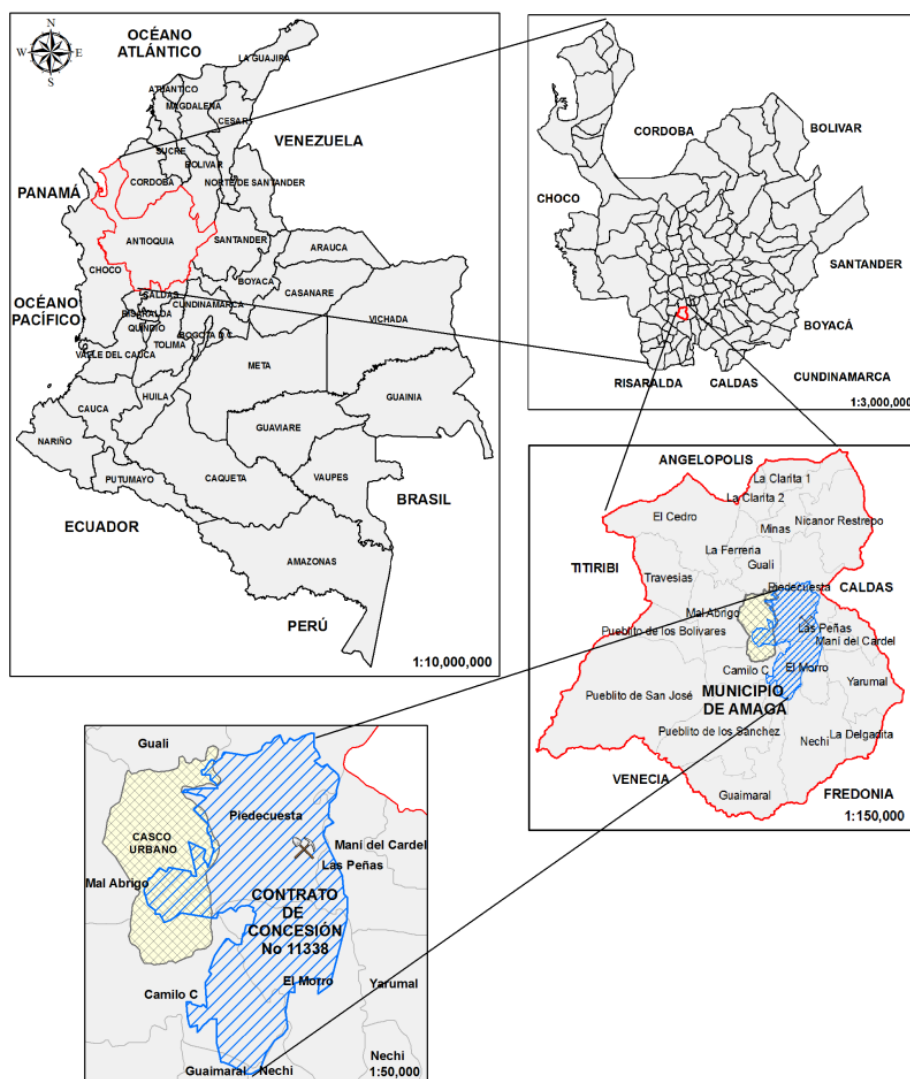
- Describir los parámetros o elementos del método de explotación por tajo.
- Evaluar si los frentes de desarrollo del tajo de manto 2 inciden en la contaminación del carbón.
- Observar si las vías de transporte del tajo de manto 2 hasta la clasificadora están influyendo en la contaminación del carbón.
- Desarrollar un muestreo en banda desde la guía repartidora del tajo de manto 2, hasta clasificadora.
- Presentar periódicamente los resultados del muestreo del carbón, enfocando análisis en cenizas y azufre en el tajo, y bandas en la cruzada.
- Plantear alternativas de mejoramiento para mitigar la contaminación del carbón procedente del tajo de manto 2 hasta clasificadora.

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACION GEOGRÁFICA Y VIAS DE ACCESO

La empresa Carbones San Fernando se encuentra ubicada en el Municipio de Amagá, al suroeste del Municipio de Medellín, Departamento de Antioquía, es una zona con flujo vehicular (pesado) con poco tránsito de personal a excepción el que labora en la mina y zonas aledaña.

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: tomado del autor

A la mina se llega partiendo de la ciudad Medellín, se toma la autopista Sur hasta empalmar con la Troncal del Café que comunica a Medellín con la región del suroeste del departamento, vía totalmente pavimentada. La mina dista 33 km aproximadamente, en el sector de Pasonivel se toma un carreteable con dirección al corregimiento de Minas- Amaga y a escasos 400 m aproximadamente, se ubican las instalaciones de la empresa Carbones San Fernando S.A.

1.2. GEOLOGIA

1.2.1. Geología regional. El área carbonífera amaga – angelópolis es la porción central de la zona carbonífera en Antioquia; limita al sur, con el área carbonífera Venecia – Fredonia y se extiende al norte de la población de angelópolis. Se trata de una franja alargada y estrecha con una longitud de 17 kms y un ancho superior a los 5 kms, para una superficie de 85 km²; tiene su mayor amplitud entre la quebrada sinifaná y el río amaga, donde el ancho se reduce considerablemente hasta su terminación en las cercanías de la localidad de angelópolis.

El municipio de se encuentra dentro de la denominada Cuenca Carbonífera del Sinifaná, la cual es catalogada como de carácter intramontañoso y controlada por un sistema de fallas regionales que marca el límite entre la Cordillera Occidental y Central. Las rocas sedimentarias siguen el esquema descrito; las formaciones de rocas estratificadas se formaron de acuerdo a un modelo de cuencas influenciadas por factores tectónicos regionales.

Litologías: A continuación se describen en orden cronológico de más antiguo a reciente, las diferentes unidades de roca (litologías) que conforman el subsuelo del municipio.

Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central (Pzm): Bajo esta denominación se incluyen todas las rocas metamórficas que constituyen la parte norte de la Cordillera Central Colombiana, con edades que oscilan entre el Precámbrico hasta el Cretáceo. Estas rocas se presentan en Amagá en

forma de franjas alargadas en dirección norte-sur, localizada hacia el noroeste y noreste de la cabecera municipal, específicamente en los sectores del corregimiento El Cedro y la vereda Piedecuesta. También están asociadas a algunos “ojos de sal” ¹ reportados en los sectores de la quebrada La Clara.

Granito de Amagá (Tg): Bajo este nombre se incluye un conjunto de cuerpos plutónicos. Posiblemente de edad Triásica, y de composición granítica, relacionados con las rocas adyacentes en la mayoría de los casos por medio de contactos tectónicos (fallas del Sistema Romeral). Su composición petrográfica, es esencialmente de granito, aunque se presentan variaciones locales de granodiorita y cuarzomonzonita, característicamente con filones aplíticos.

El estado avanzado de meteorización en que se encuentra esta unidad ha favorecido la explotación de arenas utilizadas principalmente en la industria de la construcción. En Amagá el cuerpo principal constituye el extremo oriental de la jurisdicción, presentándose afloramientos de este en los cortes de la carretera Troncal del Café, en las veredas Maní del Cardal y Pasonivel, caracterizado por la alta presencia de explotaciones de arenas para concretos, en los cortes del ferrocarril en la vereda Nicanor, y en los cortes de las carreteras hacia las veredas Maní del Cardal y Yarumal.

Formación Quebrada grande (Kvs): Secuencia de rocas volcano-sedimentarias, constituida por sedimentos marinos y volcánicos concordantes, en forma de cinturón alargado, y limitados por fallas del Sistema Romeral. Se divide en dos miembros principales: El volcánico, conformado por lavas de composición basáltica, localmente andesíticas y piroclastos en los cuales se intercalan sedimentitos y lavas almohadilladas.

¹ Petrográficamente son pizarras arcillosas, a veces filíticas y cuarcitas.

Litológicamente está compuesto por Espilitas, Diabasas, Basaltos, rocas piroclásticas, aglomerados y delgadas intercalaciones de Grauvacas, Limonitas y Chert. En general se encuentran bastante alterados. El otro miembro, de carácter sedimentario, conformado por rocas sedimentarias y constituido por Grauvacas, Limonitas carbonos, Lutitas, escasas calizas, Conglomerados y lentes de Chert intercalados con rocas provenientes de derrames volcánicos. Por correlación y con base en la edad de los sedimentos intercalados se le ha asignado una edad del cretáceo temprano.

Complejo Ofiolítico del Cauca: Conjunto de rocas básicas y ultrabásicas, que afloran en forma de franja alargada norte-sur, y correlacionadas con rocas de corteza oceánica cuyo origen y emplazamiento hacia el continente se postula de edad Cretácea.

El trituramiento intenso presente, la serpentización local de las rocas ultramáficas, y la existencia de depósitos de ladera alineados, dan cuenta de la actividad tectónica de este complejo. De acuerdo con la nomenclatura cartográfica utilizada en la bibliografía existente, se ha dividido en diferentes unidades litológicas:

Diorita de Pueblito (Kdp): Este cuerpo aflora hacia el extremo occidental de Amagá, donde se encuentra su mayor extensión; de composición predominantemente diorítica, aunque se presentan variaciones textuales y composicionales en forma de bandas centimétricas de granodiorita, pegmatitas hornbléndicas y masas irregulares de cuarzo.

Se encuentra delimitada por la Falla Amagá encontrándose bastante diaclasado y triturado. Algunos depósitos de ladera alineados se encuentran asociados a este ambiente. Relacionado genéticamente con los denominados Gabros y Rocas Ultramáficas de Romeral (Kg. y Cpu respectivamente), los cuales en su conjunto se encuentran delimitados también por fallas regionales del Sistema Romeral.

Gabros de Romeral (Kg): Bajo esta denominación se agrupan aquellas franjas de gabro ubicadas dentro del sistema de Fallas de Romeral y que en parte bordean la Diorita de Pueblito. La roca típica tiene la apariencia semejante a anfibolita.

Rocas Ultramáficas de Romeral (Ku): Cuerpos de composición ultrabásica (Peridotitos y Hazburgitas) localmente serpentinizadas que afloran en forma de franjas alargadas, asociadas a las rocas de la Diorita de Pueblito y Los Gabros de Romeral.

Formación Amagá (Ts): Unidad de rocas estratificadas de origen sedimentario que afloran en una franja de dirección norte-sur hacia la parte norte de la depresión del Cauca, entre los Departamentos de Caldas y Antioquia. Constituye una secuencia continental de rocas detríticas que reposan discordadamente sobre un complejo de rocas cristalinas (“Basamento”) que corresponden a las unidades litológicas más antiguas. Estratigráficamente se ha tenido la tendencia de subdividir esta formación en tres (3) partes diferentes, para el presente se recomienda adoptar la división de Miembros Inferior, Medio y Superior por ser la de mayor arraigo en la zona.

Miembro Inferior (Tsi): Generalmente comienza con un conglomerado basa, el cual reposa discordantemente, a veces cabalgado (fallado) sobre el basamento cristalino. Las rocas características de este miembro son conglomerados polimícticos y areniscas de colores claros, intercalados hacia la parte superior con rocas arcillosas localmente carbonosas, reportándose la presencia de listas de carbón. El espesor promedio se considera de unos 100 metros.

Miembro Medio (Tsm): Se caracteriza por la presencia de Mantos de Carbón intercalados en una secuencia predominante arcillo-arena. La columna estratigráfica con un espesor de unos 100m. Contiene unos 10 mantos de

carbón explotables, lo cual es la principal característica para todo el distrito, lo que ha supuesto una sola cuenca de formación.

En efecto, la secuencia carbonífera formada por cuatro mantos de carbón llamados, de base a techo, M3, M2, M1 y M Capotera, tienen las siguientes características: El Manto M3 que ocupa la posición basal del Miembro Medio, se mantiene sin variaciones importantes desde Hoyo Grande (Área Venecia – Fredonia) hasta la quebrada Sinifaná, pero en esta última localidad, ya se observan dos cambios; el Manto 3 yace sobre una corta sucesión de arenitas de cuarzo, sin que se sepa con seguridad si estas pertenecen o no al Miembro Inferior y aparecen los mantos Capotera II y Capotera I (probablemente, el manto Capotera II corresponde al manto Capotera del área antes mencionada). Al norte de la divisoria, empiezan a aparecer por debajo del M3 todos los mantos que caracterizan al sector Angelópolis: La cuarta buena, la Cuarta Cachuda, la Cuarta Peñuda, la Cuarta Dura, la Quinta y la Sexta. Al sur de la divisoria, no existen afloramientos de esta secuencia carbonífera hasta la quebrada Sinifaná, sin embargo, no se puede excluir que en este trecho tan largo no ocurran en profundidad algunas de estas capas.

La superficie que constituye el sector es un largo y amplio sinclinal asimétrico, fallado en ambos flancos. Su eje, que en el Norte esa recargado hacia el Occidente, casi contra la falla Amaga, al llegar a la altura de Camilo C. Restrepo sufre una fuerte desviación hacia el oriente, para luego dirigirse hacia el sur. En el Cuadro N°1 se presentan los mantos del sector con su respectivo nombre y espesor, de techo a base y dentro del Miembro Medio de la Formación Amaga.

Miembro Superior (Tss): Caracterizado por estar conformado por una secuencia monótona de areniscas grises y arcillas pizarrosas, ausencia de mantos potentes de carbón y carencia de conglomerados. El espesor total de este miembro es mayor de 1000 m.

Esto se puede referenciar en el plano geológico de la zona que está anexada al proyecto.

Cuadro 1. Mantos de Carbón Sector Amaga – Nechí

Sector	Nombre Manto	Espesor (m)	Anotaciones
Amaga – Nechí	Capotera I	1,19 – 1,58	Uso Térmico
	Capotera II	1,32 – 1,54	Uso Térmico
	La Primera	2,00 – 2,60	Uso Térmico
	La Segunda	1,20 – 1,60	Uso Térmico
	La Tercera	1,15 – 1,80	Uso Térmico
	La Cuarta Buena	0,85 – 1,35	Uso Térmico
	La Cuarta Cachuda	0,82	Uso Térmico
	La Cuarta Peñuda	0,76	Uso Térmico
	La Cuarta Dura	0,90	Uso Térmico
	La Quinta	0,80 – 1,00	Uso Térmico
	La Sexta	0,75	Uso Térmico

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s

Rocas porfídicas (tp): Sobre el flanco occidental de la Cordillera Central afloran intrusitos su volcánicos caracterizados por texturas porfídicas y representan los últimos vestigios del magmatismo terciario que afectó la cordillera. En Amagá aflora una parte de pequeño cuerpo hacia el extremo suroeste del municipio, en el sector de Jonás, en límites con Titiribí.

Depósitos No consolidados (Q): Bajo esta denominación se agrupan todas aquellas acumulaciones de material resultante de los procesos geológicos recientes. A estos corresponden los depósitos de cañada (torrenciales), de taludes, coluviones y conos de deyección. Aunque a todo lo largo y ancho del municipio afloran este tipo de depósitos, los principales están representados por el coluvión sobre el que se asienta el área urbana de Amagá y la vereda Minas.

A nivel regional se encuentra la Falla Amaga, la cual es inversa y de tendencia N20°W, 35°SW, con notables cambios de dirección, al Norte, a partir de la quebrada Sinifaná su dirección en N15°W hasta la quebrada Amaga, en un trayecto de 8 Kms pone en contacto sedimentos del Terciario Carbonífero con las rocas ígneas (Diorita de Pueblito). Las principales evidencias geomorfológicas de la falla son: escarpes al lado Este de la Diorita; facetas cerca al contacto con los sedimentos; intenso fracturamiento y diaclasamiento. Además la falla afecta la vía Amaga – La Albania en el Km 00+300m causando fracturamiento en la Diorita con numerosos derrumbes sobre la vía.

La Falla Cauca – Este tiene una dirección Norte – Sur, con variaciones hasta N30°W. Afecta la vía Amaga – La Albania – Bolombolo y pone en contacto sedimentos del terciario con la Diorita. Lineamiento del Rio Amaga tiene dirección promedia Este – Oeste, pero ello varia notablemente; afecta las rocas sedimentarias del terciario y la Diorita de Pueblito

1.2.2. Geología local. La zona de estudio pertenece a la cuenca carbonífera de Antioquia, que a su vez está constituida por la formación amaga, limitada al este por rocas triásicas del stock amaga en contacto fallado y al oeste por la diorita de pueblito, también en contacto fallado. Estructuralmente el área está situada en el denominado corredor del sistema de fallamiento cauca – romeral.

En la zona afloran cinco unidades litológicas con características composicionales y morfológicas diferentes que corresponden a depósitos recientes de flujo de escombros, a los estratos de la formación Amaga, de los cuales los miembros Medio y Superior ocupan la mayor extensión del área, a las rocas plutónicas del Stock Amaga y Diorita de Pueblito; además en el Cerro La Paila se manifiesta una roca volcánica de textura porfirítica que intruye a las rocas sedimentarias.

Las tendencias de estratificación dominantes están dentro del rango NS a N10°-30°W, buzando 20°SW, con ligeras variaciones de rumbo. El buzamiento

de las capas puede variar hacia el sector aledaño de la falla Piedecuesta, donde ocurren incluso algunas inversiones de la secuencia que conforman pliegues locales.

El nivel carbonífero de importancia económica consta en el área de los mantos superiores de la cuenca, conocidos a nivel regional como los mantos Capotera, Manto 1, Manto 2, Manto 3, La Cuarta y la Quinta; además incluye otras cintas con espesor no explotable

Lo anterior se puede referenciar en las columnas estratigráficas que están en los anexos.

1.2.3. Características geológicas del manto en estudio. La estructura general del yacimiento carbonífero está dominada por la presencia del sinclinal amaga que orienta estructuralmente la cuenca a esa escala. La presencia de las fallas regionales de Piedecuesta al NE y de amaga al W, conforman el marco estructural del yacimiento. De estas fallas regionales, la primera se considera como de mayor importancia dentro del área por sus efectos en el yacimiento, ya que ocasiona la interrupción de los carbones hacia ese sector.

Aunque las coberturas recientes no permiten definir con precisión la ocurrencia de estructuras de falla que podrían estar afectando los carbones; dentro del área se interpretó la presencia de dos fallas principales con dirección NNW a partir de lineamientos fotogeológicos y por correlación con la información conocida hacia la mina Nechi. Estos lineamientos, que se denominaron San Pedro y la Paila, podrían estar definiendo una zona de perturbación entre ambas que estaría dividiendo el yacimiento en dos grandes bloques, de los cuales los trabajos viejos actuales de la mina San Joaquín corresponderían al bloque nororiental que está unos 100 metros por debajo con respecto al bloque no trabajado hasta el momento.

2. LABORES MINERAS

2.1. LABORES DE DESARROLLO PREPARACION Y DESARROLLO

En la mina de carbón de carbones san Fernando se presentan gran cantidad de labores de desarrollo preparación, la zona de influencia directa sobre el proyecto es manto 3, y manto 2, donde se encuentra uno de los tajos.

MANTO 3:

En la actualidad Consta de 5 vías:

NIVEL DE TRANSPORTE: esta vía tiene aproximadamente unos 300 metros de avance, se dice que esta vía el futuro de carbones san Fernando S.A.S., ya es la guía para hacer el encuadre del tajo de manto 3, por esta vía se corta directamente todo el manto de carbón de aproximadamente de 1,36 metro de espesor y más un depósito de arenisca de grano fino de aproximadamente de 1 metro de espesor que se encuentra sobre el manto de carbón.

El avance de esta vía se hace con explosivo, indugel plus, explosivo de seguridad para minas de carbón subterránea, el ciclo de avance consta de avance de 1 metro, donde primero se vuela el carbón que es más blando en comparación con la roca, actualmente se utilizan 7 detonadores # 8, más 7 barras de indugel; en la arenisca se hacen 4 perforaciones donde se utiliza 4 detonadores y 4 cartuchos de indugel.

El sostenimiento de la vía, hace con puertas alemanas, de madera pino, los esfuerzos principales que se presentan son esfuerzos normales y verticales, las puertas están separadas actualmente a 1 metro, la vía se lleva con una altura de 2,40 metros, Capiz de 2,4 metros, con una base de 3,10 metros; esta vía se le hizo un emboquillaje en acero con 6 estructura, estas estructuras están compuestas por un Capiz realizado de perfil en I, más dos palancas en perfil TH, a los cuales se les soldó una platina a un ángulo estimado de 16 grados que cumple con el emburre que se le da la puerta, esta fortificación se hacía correspondiente a un avance de 1,30 metros.

EMPALME: Esta es la vía que comunica la cruzada, con lo que corresponde a manto 3, cuenta con un sostenimiento con puerta alemana con una altura de 1,40 metros, con capices de 1,5 metros, base de 2 metros, esta vía por ser tan corta con 17 metros se ventila con el mismo aire de la cruzada. Esto se puede observar en el “PLANO NUEVO SAN JOAQUIN M2 27-04-2015”.

DIAGONAL IZQUIERDO: cuando se pasa la vía de empalme encontramos una bifurcación donde desde la entrada a la parte izquierda se le llamo diagonal izquierdo, esta vía es importante porque en esta se creó la tolva para sacar la carga de todo manto 3, en esa vía también se está avanzando para crear el tambor de insumos para manto 3, mediante una curva se comunicara con la cruzada. Esta vía se avanza con arcos de 7 m², con perfil th 29.

DIAGONAL DERECHO: cuando se pasa la vía de empalme encontramos una bifurcación donde desde la entrada a la parte derecha se le llamo diagonal derecha, esta vía es importante porque esta hace comunicación con la vía del nivel de transporte, y el contra avance del nivel de transporte, en esa vía no se está avanzando; el sostenimiento se hace con puerta alemana.

CONTRA-AVANCE NIVEL DE TRANSPORTE : es una vía que avanza en el sentido contrario al nivel de transporte en esa vía se pretende formar un pozo tolva para almacenar la carga proveniente de manto 3 y manto 2, el sostenimiento de esta vía se lleva en puerta alemana.

MANTO 2:

SOBREGUIA:

La sobreguia es una vía importante para la delimitación del bloque del tajo, su avance anticipado hace posible los tambores del tajo, que se dejan en este tajo. La sobreguia actualmente se lleva en puerta alemana, pero dadas a las condiciones de presión que ese experimento actualmente se llevara con marcos de acero.

NIVEL CABECERA: Como los tajos de la empresa carbones san Fernando s.a. s se deja machón para proteger la sobreguia ya que los esfuerzos

originados sobre la vía son altos dado a que por encima se tiene a manto 1 donde se han tenido varios tajos, además el frente del tajo es bastante grande, además la vía se avanza en madera, esa vía son bien cuidadas porque son vías que acompañan el tajo en todo su vida de explotación.

Esta vía se avanza en madera pero con una sección de (3 m² aprox) de menor sección en comparación con las otras vías de este manto esta vía lleva la altura del tajo más la capa delgada de estéril que tiene el manto. El avance de esta vía por cada turno es 1.5 metros aproximadamente

En esta vía se tienen dos ciclos o turnos de trabajo, donde empieza el primer turno a las 2 pm hasta las 10 pm, de 10 pm hasta las 6 am, estos turnos a convenidos para el libre desarrollo del tajo. Laboran 4 hombres.

NIVEL GUIA O REPARIDORA:

La vía por donde sale todo el carbón del tajo, los equipos, canales, capices y palancas de fricción averiadas, entre otros que no sirven.

Esta vía se lleva en arcos de acero con una sección de 7 m², esta vía tiene una sección un poco amplia por que se encuentra la una panzer que deposita a una banda, que lleva hasta una tolva al final de esta vía, además en la misma vía también se encuentra la carrilera para el coche o vagoneta, esta vía no cuenta con nichos de seguridad a que la circulación del coche en esa vía en poco frecuente, lo que hace que el personal pueda andar sin ningún inconveniente.

En esta vía también se trabajan dos turnos prolongados, el primero de 4 am a 2 pm; y el segundo desde las 2 pm hasta 10 pm hasta que cumplan el ciclo de actividades. El avance es de 1 metro por cada turno. Laboran 3 hombres.

La repetidora o guía es bastante importante, como lleva una panzer que descarga a una banda, además como este tajo a queda un poco lejos hay que darle altura, entonces lo que se hace es emparejar la roca de piso.

TAMBOR TAJO:

Son vías perpendiculares al nivel cabecera y a sobreguía, estas vías son vías son de aproximadamente 35 a 33 m. Esta vía se lleva con sostenimiento se lleva en puerta alemana, con una sección aproximada de 3 m² en esta se hace un pequeño almacén de insumos para el ajo, almacenando orillos, varas, palancas entre otros. El detalle de este se encuentra en los anexos en el plano de nombre "Detalle de calles".

Estavía es temporal hasta que el tajo en su avance la sobrepasa luego debe ser cerrada rápidamente.

TAMBOR INSUMOS O SUMINISTROS:

En esta vía se almacena todos los insumos que van al tajo y a las vías de desarrollo de todo manto 2. Esta vía presenta una sección de 7 m², es una vía bastante larga, pero solo se almacena material en los primeros 20 m, ya que el coche de superficie por gravedad solo llega hasta el inicio de esta vía, que además también posee una curva muy cerrada en los primeros metros. Ya esta vía no se avanza pues ya cumplió con la longitud necesaria.

CRUZADA MANTO 1- MANTO 3:

La cruzada, es una vía que pasa por los tres mantos de carbón, tiene como objetivo además de ser la vía de paso para acceder a manto 2 y manto 3, desarrollar un pozo tolva para que la producción de estos dos mantos. El pozo tolva comunicara con el contra-avance del nivel transporte de manto 3, la fecha aún se trabaja en la longitud para alcanzar el punto para empezar a emboquillar el pozo tolva.

Esta vía dada a su importancia de gran sección con 10 m² llevada en arcos de acero, se trabaja solo 1 turno: de 10 pm a 6 am, esta se desarrolla en roca. Con avance a explosivos (indugel), trabajan 3 hombres.

En esta vía hay una banda que lleva material al sistema principal de bandas ubicados en túnel San Joaquín.

DIAGONAL DERECHO MANTO 2:

Esa vía de sección de 4 m² ya culminada de aproximadamente 30 metros que comunica la cruzada m1-m3 con la repartidora del tajo de manto 2. Es importante resaltar que en todos los frentes de desarrollo se debe arrancar la intercalación de lodolita ya que esta es fácil que caiga, solo en la repartidora se ha avanzado en el piso, que es arenisca, para poder darle más altura a esta vía.

2.2. METODO DE EXPLOTACION Y MINERIA

El método de explotación empleado por la empresa carbones san Fernando s.a.s. es el de tajo, tal como se observa en el “PLANO NUEVO SAN JOAQUIN M2 27-04-2015”, donde especificarlo por los parámetros que inciden en la clasificación:

La longitud de tajo: se considera tajo largo por que la longitud en que oscila está entre los 180 m y 190 m.

El buzamiento: este tajo es horizontal ya que el ángulo de inclinación está en aproximadamente 16 grados.

Espesor del manto: se considera tajo bajo por que el espesor promedio es 1.33 m.

Angulo respecto a la galería: el tajo tiene ángulo recto respecto a la guía y sobreguia.

Sentido del arranque: el sentido del arranque es avance.

El medio de arranque: manual ya que el arranque actual se realiza con pico.

La forma de arranque: tajo

La forma de descargue: es mecanizado por que se realiza con panzer ya que el ángulo de buzamiento es bajo.

Sostenimiento del espacio inmediato: es hidráulico por que se realiza con palanca y Capiz metálico.

El medio de corte en el arranque: corte directo

El tratamiento al espacio vacío: de hace tratamiento mediante derrumbe dirigido.

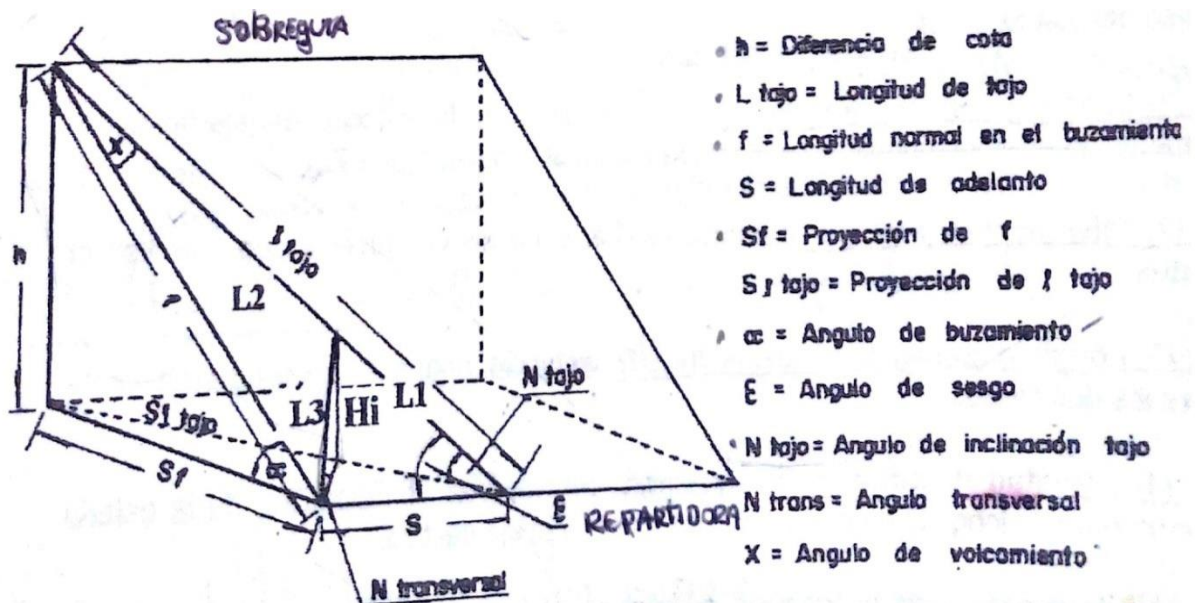
DIMENSIONAMIENTO GEOMÉTRICO DEL TAJO:

- longitud del tajo(l tajo):184.5 m
- longitud de adelanto (s):33.6 m
- Angulo de buzamiento (α):12 grados

Los demás datos del dimensionamiento geométrico del tajo se hallan con simples cálculos:

- longitud normal en el buzamiento (f):181.4 m
- Angulo de sesgo(ϵ):75°
- Angulo de volcamiento(x):15°
- El Angulo de sesgo y volcamiento varían según la producción que se desee sacar del tajo a que permiten manejar el largo del tajo.
- Distancia de cota(h):37 m
- Proyección de la longitud normal al buzamiento:177.4 m
- Angulo de inclinación del tajo(N tajo):11°
- Angulo transversal (N trans):3° controla la línea de derrumbe

Figura 2: Dimensionamiento de un tajo



Fuente: Libro método de explotación, Ing. Jaime William Jojoa

3. PROPIEDADES DEL CARBON DE MANTO 2

3.1. CARBONES LIMPIOS

El carbón es una de las fuentes principales de energía, a menudo el carbón posee impurezas como rocas o suciedad, sin embargo los usuarios del carbón necesitan una calidad consistente. Estigmatizar un carbón por el grado de limpieza es una labor que depende directamente de la función que cumpla el carbón, para las termoeléctricas los carbones son limpios cuando están entre 12 a 16 % de cenizas, para el calentamiento de hogares en Canadá y otros países que lo utilizan como calefacción entonces el carbón limpio debe ser entre 2 a 3% de cenizas.

3.2. CALIDAD DEL CARBON

“Analizar la calidad del carbón es explorar las características físicas, químicas y petrográficas que en comparación por los valores que arrojan permiten relacionarla con un propósito particular. El control de la calidad del carbón comprende las operaciones de muestreo, preparación de muestra y análisis”

3.3. MUESTREO DE CARBONES

“El primer paso a seguir dentro de un programa de control de calidad es el muestreo. Es el objetivo de muestreo carbones, es obtener de una muestra parcial representativa de una unidad de muestreo, de tal manera que la distribución de sus variables físicas, químicas petrográficas sean equivalentes a esa unidad de muestreo.”

El muestreo siempre ha sido un método de control de calidad de la empresa carbones, san Fernando.

3.4. MUESTREO EN BANDAS

la actividad de muestreo que se llevó cuando se hizo la radicación del problema fue más dispendiosa ya que se hicieron en puntos internos de la mina, para ver

la diferentes cantidades de cenizas que aportaba cada tajo, pero con mayor concentración en el tajo 1 de mano 2.

El muestreo coordinado con el ingeniero de minas Pedro moreno, se desarrolló en horas y puntos estratégicos:

Tabla 1. Lugares de muestreo

LUGAR	HORAS		
	7:30 AM	10:30 AM	1:30 PM
BANDA DE LA REPARTIDORA DEL TAJO DE MANTO 2	20 kg	20 kg	20 kg
BANDA DE LA CRUZADA M1-M3	20 kg	20 kg	20 kg
BANDA 4 DEL TUNEL SAN JUAQUIN	20 kg	20 kg	20 kg

Fuente: Autor

3.5. EQUIPO DE MUESTREO

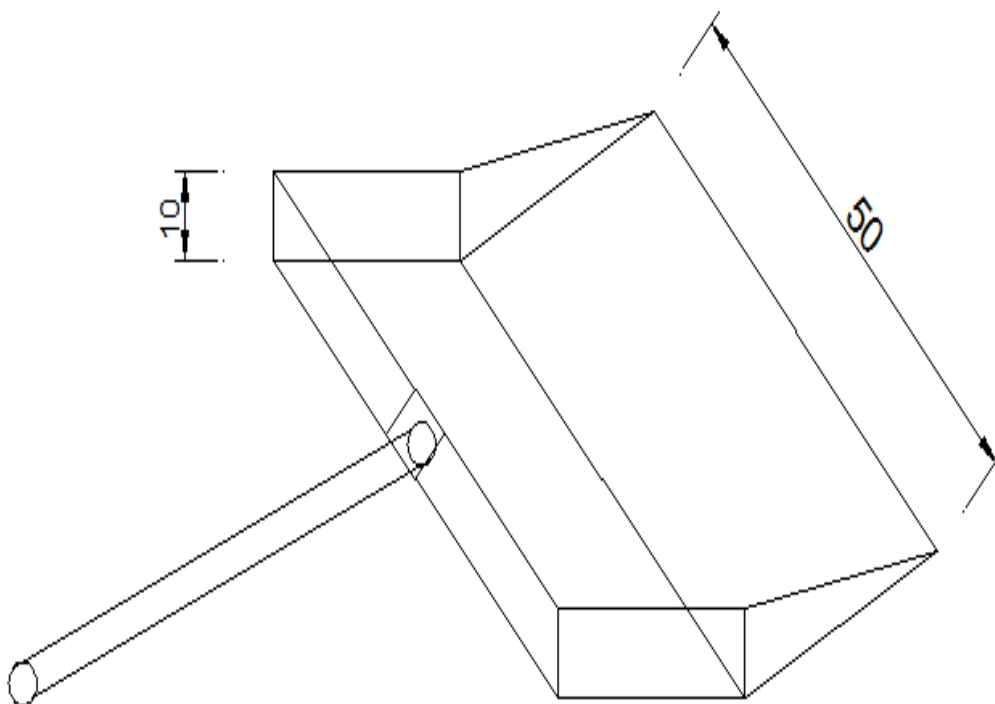
El equipo de muestreo como el transporte del carbón se hace con bandas casi en todo su recorrido por la mina hasta superficie.

Suponiendo que la muestra máxima sea (los terrones grandes no se permiten a que hacen atascamientos en las boquillas de las tolvas) sea de 20 cm el tamaño máximo del carbón entonces como el recipiente de muestreo debe

tener 2.5 veces este tamaño, el tramo de banda a recoger sería 50 cm. En este caso se debería utilizar un cucharón con esta abertura.

Como no se contaba con ese cucharón se paraba la banda y en un largo de 50 cm se tomaba todo el carbón en lo ancho de la banda.

Figura 3. Cucharón para muestreo

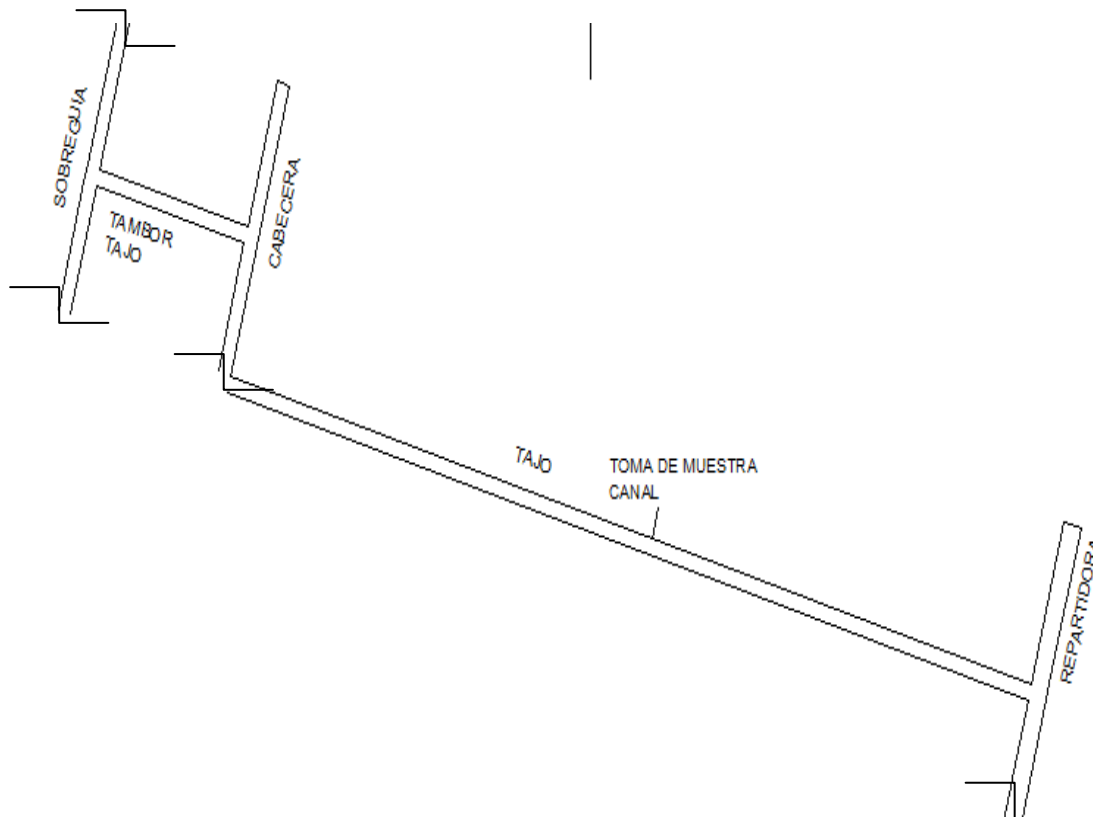


Fuente: Tomado del autor

Como queríamos conocer las propiedades del carbón del tajo en el momento entonces lo que se decidió hacer un muestreo en canales.

Se tomó una muestra en el tajo ya que se hacía conveniente, era un lugar fresco de buen aire donde no se generaría chispa, y en condiciones de internas de la mina, localizado a los 100 metros del colero de la panzer del tajo.

Figura 4. Esquemas localización de muestreo en canal



Fuente: Tomado del autor

Donde se hizo una descripción y un registro de las condiciones más notables de este lugar:

Zona normal sin adelgazamientos del manto

Techo: lodolita y arenisca

Piso: arenisca

Se hizo una limpieza del lugar, donde se mantuvo el piso limpio.

Se realizó el canal, donde se trazó con tiza, con sección de 131cm x 15cm x 8cm

Se colocó un costal plástico en el piso y se dispuso al arranque con cuidado picando desde arriba hacia abajo para no perder los finos

Se recogieron aproximadamente 25 kg

Se recogió en bolsas plásticas y de igual manera se esas en costales.

Se le hizo transporte hasta bocamina y posteriormente hasta laboratorio.

4. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN DE MUESTREO

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA INFORMACIÓN

Se tomaron los incrementos en las muestras.

Tabla 2. Resultados de muestreo día 13 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FECHA	FEBRERO 13/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	90,61%			69,83%			63,22%			74,55%		
RIPIO	9,39%		13,22%	30,17%		12,51%	36,78%		20,12%	25,45%	0,00%	15,28%
FECHA	FEBRERO 13/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	79,02%			94,72%			88,83%			87,52%		
RIPIO	20,98%		19,83%	5,28%		7,72%	11,17%		11,06%	12,48%	0,00%	12,87%
FECHA	FEBRERO 13/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	79,72%			86,52%			82,75%			83,00%		
RIPIO	20,28%		44,85%	13,48%		30,44%	17,25%		48,89%	17,00%		41,39%

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 3. Resultados de muestreo día 14 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	78,86%			71,29%			61,39%			70,51%		
RIPIO	21,14%			28,71%			38,61%			29,49%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	97,44%			86,69%			82,20%			88,78%		
RIPIO	2,56%			13,31%			17,80%			11,22%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	84,02%			95,70%			67,48%			82,40%		
RIPIO	15,98%		11,59%	4,30%		11,02%	32,52%		14,89%	17,60%		12,50%
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	BOCAMINA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	10:15 AM			1:10 PM			4:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	68,92%			58,09%			64,26%			63,76%		
RIPIO	31,08%	12,47%	8,66%	41,91%	10,40%	16,90%	35,74%	11,47%	12,58%	36,24%	11,45%	12,71%
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	10:30 AM			1:30 PM			4:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	64,16%			60,14%			62,31%			62,20%		
RIPIO	35,84%	11,90%	8,08%	39,86%	10,10%	15,05%	37,69%	11,41%	12,54%	37,80%	11,14%	11,89%
FECHA	FEBRERO 14/15											
SITIO DE MUESTREO	DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	62,06%			58,18%			60,60%			60,28%		
RIPIO	37,94%			41,82%			39,40%			39,72%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 4. Resultados de muestreo día 15 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	79,69%			71,88%			72,66%			74,74%		
RIPIO	20,31%			28,12%			27,34%			25,26%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	94,28%			85,78%			81,37%			87,14%		
RIPIO	5,72%			14,22%			18,63%			12,86%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1 + MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	96,01%			84,62%			95,61%			92,08%		
RIPIO	3,99%		10,93%	15,38%		12,90%	4,39%		7,57%	7,92%		10,47%
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	BOCAMINA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 1			MANTO 1			Promedio		
HORA	8:20 AM			11:50 AM			4:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	79,58%			85,49%			80,12%			81,73%		
RIPIO	20,42%	10,41%	18,70%	14,51%	12,00%	14,75%	19,88%	12,02%	10,25%	18,27%	11,48%	14,57%
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	10:00 AM			2:45 PM			4:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	65,35%			78,15%			67,55%			70,35%		
RIPIO	34,65%	12,02%	17,89%	21,85%	11,47%	14,07%	32,45%	11,54%	9,89%	29,65%	11,68%	13,95%
FECHA	FEBRERO 16/15											
SITIO DE MUESTREO	DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	61,11%			59,19%			60,06%			60,12%		
RIPIO	38,89%			40,81%			39,94%			39,88%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 5. Resultados de muestreo día 16 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	70,31%			73,82%			71,94%			72,02%		
RIPIO	29,69%			26,18%			28,06%			27,98%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	84,16%			80,47%			82,40%			82,34%		
RIPIO	15,84%			19,53%			17,60%			17,66%	0,00%	0,00%
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 1			MANTO 1			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	91,76%			83,46%			90,74%			88,65%		
RIPIO	8,24%		7,32%	16,54%		6,46%	9,26%		7,94%	11,35%		7,24%
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	BOCAMINA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 1			MANTO 1			Promedio		
HORA	8:30 AM			11:30 AM			4:15 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	68,87%			65,33%			73,50%			69,23%		
RIPIO	31,13%	10,18%	14,71%	34,67%	11,56%	6,84%	26,50%	12,25%	7,51%	30,77%	11,33%	9,69%
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	10:00 AM			2:45 PM			4:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	66,74%			62,00%			69,32%			66,02%		
RIPIO	33,26%	10,74%	13,39%	38,00%	11,11%	7,07%	30,68%	11,79%	7,21%	33,98%	11,21%	9,22%
FECHA	FEBRERO 17/15											
SITIO DE MUESTREO	DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	62,21%			57,37%			75,57%			65,05%		
RIPIO	37,79%			42,63%			24,43%			34,95%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 6. Resultados de muestreo día 18 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FEBRERO 18 DE 2015												
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA				10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS				84,67%			87,37%			86,02%		
RIPIO				15,33%			12,63%			13,98%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	92,28%			85,51%			78,72%			85,50%		
RIPIO	7,72%			14,49%			21,28%			14,50%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	88,77%			81,89%			75,89%			82,18%		
RIPIO	11,23%		11,54%	18,11%		5,49%	24,11%		10,01%	17,82%		9,01%
SITIO DE MUESTREO	BOCAMINA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	8:30 AM			11:30 AM			4:15 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	77,95%			70,23%			71,83%			73,34%		
RIPIO	22,05%	10,15%	16,05%	29,77%	10,62%	8,55%	28,17%	11,95%	7,89%	26,66%	10,91%	10,83%
SITIO DE MUESTREO	ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	9:00 AM			3:00 PM			4:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	71,71%			66,24%			76,12%			71,36%		
RIPIO	28,29%	10,10%	15,15%	33,76%	10,56%	8,00%	23,88%	11,24%	7,77%	28,64%	10,63%	10,31%
SITIO DE MUESTREO	DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	61,03%			59,04%			57,63%			59,23%		
RIPIO	38,97%			40,96%			42,37%			40,77%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 7. Resultados de muestreo día 19 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD													
FEBRERO 19 DE 2015													
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA		MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA					10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS					80,52%			80,85%			80,69%		
RIPIO					19,48%			19,15%			19,32%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA		MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA		7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		84,81%			91,13%			78,50%			84,81%		
RIPIO		15,19%			8,87%			21,50%			15,19%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		90,00%			90,43%			79,20%			86,54%		
RIPIO		10,00%		6,26%	9,57%		10,01%	20,80%		8,67%	13,46%		8,31%
SITIO DE MUESTREO		BOCAMINA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		8:10 AM			11:30 AM			4:15 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		75,00%			70,77%			72,25%			72,67%		
RIPIO		25,00%	10,41%	9,15%	29,23%	9,79%	12,00%	27,75%	12,01%	6,56%	27,33%	10,74%	9,24%
SITIO DE MUESTREO		ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		9:00 AM			3:00 PM			4:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		71,71%			66,24%			76,12%			71,36%		
RIPIO		28,29%	10,00%	8,68%	33,76%	11,49%	11,65%	23,88%	11,11%	6,23%	28,64%	10,87%	8,85%
SITIO DE MUESTREO		DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		63,27%			59,09%			67,76%			63,37%		
RIPIO		36,73%			40,91%			32,24%			36,63%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 8. Resultados de muestreo día 20 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD													
FEBRERO 20 DE 2015													
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA		MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA		7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS					89,43%			73,26%			81,35%		
RIPIO					10,57%			26,74%			18,66%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA		MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA		7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		94,78%			75,21%			78,70%			82,90%		
RIPIO		5,22%			24,79%			21,30%			17,10%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO		BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		74,50%			74,94%			75,46%			74,97%		
RIPIO		25,50%		10,40%	25,06%		12,58%	24,54%		6,36%	25,03%		9,78%
SITIO DE MUESTREO		BOCAMINA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		8:30 AM			12:00 PM			4:00 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		73,31%			68,16%			71,17%			70,88%		
RIPIO		26,69%	12,42%	8,99%	31,84%	10,54%	10,17%	28,83%	12,02%	8,96%	29,12%	11,66%	9,37%
SITIO DE MUESTREO		ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		9:00 AM			3:00 PM			4:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		65,56%			62,54%			68,87%			65,66%		
RIPIO		34,44%	12,36%	8,17%	37,46%	10,78%	11,76%	31,13%	12,74%	6,42%	34,34%	11,96%	8,78%
SITIO DE MUESTREO		DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA		MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA		3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
		%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS		54,14%			49,07%			56,16%			53,12%		
RIPIO		45,86%			50,93%			43,84%			46,88%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 9. Resultados de muestreo día 21 de febrero

ANÁLISIS DE CALIDAD												
FEBRERO 21 DE 2015												
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 POZO MANTO 2											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	10:30 AM			1:30 PM								
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	80,80%			85,35%			75,69%			80,61%		
RIPIO	19,20%			14,65%			24,31%			19,39%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 1 CRUZADA											
PROCEDENCIA	MANTO 2			MANTO 2			MANTO 2			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	83,17%			77,96%			78,00%			79,71%		
RIPIO	16,83%			22,04%			22,00%			20,29%	0,00%	0,00%
SITIO DE MUESTREO	BANDA Nº 4											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	7:30 AM			10:30 AM			1:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	75,74%			76,06%			72,33%			74,71%		
RIPIO	24,26%		9,02%	23,94%		8,47%	27,67%		8,18%	25,29%		8,56%
SITIO DE MUESTREO	BOCAMINA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	8:30 AM			12:00 PM			4:00 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	71,17%			66,14%			69,31%			68,87%		
RIPIO	28,83%	11,59%	8,14%	33,86%	11,00%	10,10%	30,69%	11,41%	7,17%	31,13%	11,33%	8,47%
SITIO DE MUESTREO	ANTES DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	9:00 AM			3:00 PM			4:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	64,33%			59,18%			74,66%			66,06%		
RIPIO	35,67%	12,03%	8,00%	40,82%	10,80%	10,81%	25,34%	11,31%	7,00%	33,94%	11,38%	8,60%
SITIO DE MUESTREO	DESPUÉS DE CLASIFICADORA											
PROCEDENCIA	MANTO 1			MANTO 1 + MANTO 2			MANTO 1			Promedio		
HORA	3:00 PM			3:15 PM			3:30 PM					
	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas	%	% Humed	% Cenizas
GRANOS	68,54%			65,56%			61,11%			65,07%		
RIPIO	31,46%			34,44%			38,89%			34,93%		

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

4.2. VARIABILIDAD DE LA INFORMACION

Los mantos de carbón de la zona principalmente manto 2, son mantos que poseen características que a medida que se va llevando el avance van cambiando, muchas veces con el grosor del techo inmediato, propiedades como la dureza, pero principalmente los porcentajes de cenizas pueden variar, pero estos porcentajes están limitados en intervalos en el manto de entre 4 a 7%, y ya en carbón transportado a superficie entre los 7 y los 16 %, evidenciándolo en la variabilidad de los factores que inciden en la contaminación del carbón.

5. PLANTEO DE FACTORES QUE CONTAMINAN EL CARBON

Ese estudio conto con varias fases principalmente, donde primero se buscó esos principales factores y los evidenciarlos como parte del problema, una toma de muestras iniciales que se desarrollaron en los primeros días dejo claro que había un problema, el alto contenido de cenizas afectan radicalmente la calidad del carbón.

De los estudios de muestreo que realizamos en la etapa inicial, los contenidos de cenizas eran más altos, que los que son propios del carbón en el manto, donde se tiene certeza que el carbón que está en el frente no sobrepasa un porcentaje de cenizas del 7%, lo que da cabida a ¿cómo en el transcurso, desde el lugar de extracción hasta clasificadora el carbón sufra un significativo aumento entre el 8 y 16% de cenizas?

Los carbones de la empresa carbones San Fernando S.A.S ha tenido varios casos de castigo por su alto porcentaje de cenizas razón por la cual este proyecto es una alternativa para empezar a pensar en la **IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS QUE INCIDEN EN LA CONTAMINACION DEL CARBON DESDE EL PROCESO DE EXTRACCION EN MANTO 2, HASTA LA PLANTA CLASIFICADORA**, para luego empezar premeditar las posibles soluciones que puede tener este problema.

Luego de conocer el problema, se decide ir más profundamente en este y se comienza por ir al comienzo de este ciclo y analizar el frente de trabajo en el cual se cree importante primero, analizar geomecánicamente el macizo rocoso en el área de estudio, diagnosticar si el arranque mecánico actual en este manto incide en el problema, evaluar si los frentes de desarrollo del tajo de manto 2 inciden en la contaminación del carbón, observar si las vías de transporte del tajo de manto 2 hasta la clasificadora están influyendo en la contaminación del carbón, Plantear alternativas de mejoramiento para mitigar la contaminación del carbón procedente del tajo de manto 2 hasta clasificadora.

Si bien, analizar detalladamente es un trabajo tedioso y que necesita tiempo, se ha ido desarrollando parte del trabajo investigando de manera descriptiva, exploratoria, de campo, por ahora, encontramos factores que se han visto a simple vista o por conocimiento o por conocimiento de causas, que inciden directamente en la contaminación del carbón:

Factor 1 “RESPALDO DEL TECHO INMEDIATO ES FRAGIL EN TRAMOS” Y “VACIADO DE TAREAS”

“La estructura general del yacimiento carbonífero está dominada por la presencia del sinclinal Amaga que orienta estructuralmente la cuenca a esa escala. La presencia de las fallas regionales de Piedecuesta al NE y de Amaga al W, conforman el marco estructural del yacimiento. De estas fallas regionales, la primera se considera como de mayor importancia dentro del área por sus efectos en el yacimiento, ya que ocasiona la interrupción de los carbones hacia ese sector.

Foto 1. Respaldo del techo inmediato es frágil en tramos



Fuente: Autor

Aunque las coberturas recientes no permiten definir con precisión la ocurrencia de estructuras de falla que podrían estar afectando los carbones; dentro del área se interpretó la presencia de dos fallas principales con dirección NW a partir de lineamientos fotogeológicos y por correlación con la información conocida hacia la mina Nechi. Estos lineamientos, que se denominaron San Pedro y la Paila, podrían estar definiendo una zona de perturbación entre ambas que estaría dividiendo el yacimiento en dos grandes bloques, de los cuales los trabajos viejos actuales de la mina San Joaquín corresponderían al bloque nororiental que esta unos 100 metros por debajo con respecto al bloque no trabajado hasta el momento. (Información tomada de la información pasada por la empresa)”

Pues el trabajo con tajo va combinado son el sostenimiento de palancas hidráulicas con capices que tienen una medida de 135 cm, los fragmentos de techo inmediato tiene un matriz frágil con poca cohesión lo que hace que sea muy difícil sostenerlos ya que en el procedimiento estándar el primer objetivo es prolongar un Capiz sobre el suelto lo que hace que se abran espacios grandes, en donde la peña a veces no se sostiene.

Foto 2. Techo del tajo



Fuente: Autor

Algunas otras de las complicaciones son que el material del techo o la intercalación que hay sobre este, a veces es demasiado particulado haciendo muy difícil sostenerse al momento de arrancar la carga de carbón adyacente al techo.

Unos de los factores que limitan las formas de las labores mineras, es la estratificación del carbón, La forma como están orientadas los lisos del carbón, buscando la manera de que estos sean más fáciles para el desprendimiento, y la mejor forma es que esos lisos queden paralelos a la línea de tajo.

A pesar que esto sea una ventaja para la explotación ya que se ahorra explosivos, y se hace más fácil el arranque, también tiene inconvenientes por que la matriz de techo rocosa del tajo de manto 2, presenta variabilidad en la dureza del techo inmediato, hace que ese comportamiento hacen que las partes más débiles caigan al mismo momento del arranque del carbón, lo que hace que ese material caiga sobre el carbón limpio cuando a veces la panzer está en movimiento lo que hace más difícil separarlo.

Pensando en cómo solucionar el problema podría ser no dejar la línea de tajo totalmente paralela a los lisos, lo que actualmente se podría hacer, haciendo un sesgo al tajo respecto a la cabecera de la panzer, esto al parecer es una alternativa, donde se aumentaría el largo del tajo, donde tal vez habrían problemas con el acero y las canales ya que la empresa no cuenta con muchas herramientas de sobra.

Foto 3. Vaciado de techo inmediato



Fuente: Autor

Esta condición es una de las que más pone problemas ya que no depende de un factor controlable ya que no se sabe el momento en que este podría caer, ya que el prolongar los capices involucra un espacio.

Por lo general se basean diariamente entre 4 a 5 canales en roca, este factor se trata de mejorar sacando la peña más grande que cae sobre la panzer y sobre la limpia pero no todos los tamaños son separables ya que algunos son bastante pequeños y el trabajador debe cumplir con la tarea. A esto se le suma que si la panzer está en movimiento y se basea una tarea por lo general esa peña o roca que cayó sigue el recorrido y en ocasiones la peña se tapa por los trabajadores de las tareas siguientes.

Factor 2: “MAL ESTADO DE REALCES EN LA VIA REPARTIDORA”

El realce que por lo general no se encuentra en las mejores condiciones, eso evaluándola con el propositito que deben desempeñar, en la repartidora del mando 2, encontramos bastante carga que podría ser evaluada en un porcentaje de la carga que se mueve por día o día intermedio, pero el problema radica en que de este tajo al igual que carbón hay momento donde también se saca peña, y por las partes dañadas del realce así como cae carbón también cae trozos de roca peña, lo que hace que la carga de piso en la repartidora se mezcle, y esta mezcla es paleada a la panzer nuevamente a la panzer como carbón limpio, mezcla aumenta los indicadores de ceniza y más directamente los indicadores de calidad del carbón que se vende.

La repartidora ha presentado en ocasiones gran cantidad de carga por realces en malas condiciones, donde también se ven afectada algunas labores como el paso del coche ya que el material que cae cubre a veces la carrilera por donde se desplaza el coche.

Foto 4. Mal estado de realces en la vía repartidora



Fuente: Autor

Factor 3: “REALCES IMCOMPLETOS”

Por otro lado también encontramos, los realces no están prolongados desde la misma panzer que se encuentra en el tajo, esto en la parte izquierda en sentido del avance del tajo, entonces en los momentos en que la panzer lleva bastante carga, deja fragmentos en estos laterales donde se desarrollan especie de camas, lo que hace que al momento de pasar peña, se queden fragmentos de roca o peña, siendo el problema en última instancia que cuando pase carbón y la carga sea grande, los trozos de peña sean arrastrados por la carga de carbón mezclándose estos .

Foto 5. Realces incompletos



Fuente: Autor

Factor 4: “CAMBIOS DE PARA MATERIAL O CUCHILLAS”

En la cuchilla interior se hace difícil a veces llevar el control adecuado del carbón o más bien de que el carbón que se pasa a la tolva sea de la mejor calidad ya que el carbón se considera carbón aunque tenga impurezas como pequeñas cantidades de peña.

Este no es tan fácil de controlar ya que actualmente en este punto se tiene un hombre que se encarga de clasificar la carga la cual se deposita en una tolva que tiene 2 compartimentos, dependiendo la carga si es carbón o roca caja.

Foto 6. Cuchilla interna



Fuente: Autor

Foto 7. Tolva interna



Fuente: Autor

Factor 5: “EL ÁNGULO DE FRICCIÓN Y GRANULOMERÍA DEL MATERIAL”

Foto 8. El ángulo de fricción y granulometría del material



Fuente: Autor

El ángulo de fricción y granulometría del carbón, comparado con el de la roca, y principalmente el del material fino con el grueso, esto presenta se

mayoritariamente en las panzer que hay en el tajo, cuando se deposita la carga sea de carbón y luego peña o viceversa las partículas finas de ambos se desplazan más rápidamente en el recorrido que hace la panzer en la línea de tajo ya que el (regletas) arrastran esta carga, pero los grueso se van moviendo hacia atrás, lo que hace que se mezclen.

Factor 6 “CAMBIOS PARA MATERIAL DE BANDA 3, COMPLETAMENTE EN CONTACTO”

En banda 3, en la cuchilla que hay en esta banda para la división entre carbón y peña, la banda en su recorrido, en el momento en que transporta peña, hay partículas de peña que quedan en la banda luego que pasan por la cuchilla, partículas de pequeño tamaño que van a parar al carbón, partículas un tamaño más grande o en mayor cantidad pueden pasar si la cuchilla no hace completamente contacto con la superficie de la banda de banda 3.

Foto 9. Cuchilla de banda 3, completamente en contacto



Fuente: Autor

Factor 7 “POLVO DE ROCA ESTERIL SOBRE EL CARBON (bajo el cambio de roca y carbón de banda 3)”

Bajo banda 3, en este lugar de almacenamiento de carbón y de descargue de la peña, no hay nada que asegure que el polvo de peña no caiga sobre el carbón, los vientos presentan variedades en sus recorridos y por momentos el polvo de peña cae sobre las pilas de carbón.

Factor 8 “PILAS DE CARBÓN SOBRE TERRENO SUELTO bajo el cambio de roca y carbón de banda 3)”

Foto 10. Acopio la ramada



Fuente: Autor

Cuando se hacen pilas muy grandes, el carbón que cae sobre la parte no basada o con concreto, lo que hace que la maquina (excavadora) al momento de llenar el boxcoulver con la pala de la maquina arrastre con material diferente al carbón.

Foto 11. Pilas de carbón sobre terreno suelto



Fuente: Autor

Factor 9 “POLVO DE ROCA ESTERIL QUE CAE DE LA BANDA Y DE LA CRIBA VIBRATORIA A LAS TOLVA DE CARBON CLASIFICADO”

Este factor es bastante importante, ya que gran cantidad de polvo se desprende de las bandas y más aun de las cribas, material que tiene gran cantidad de polvo de peña.

Foto 12. Polvo que cae bajo la criba



Fuente: Autor

Factor 10 “ROCAS GRANDES TAMAÑO COCINA EN EL TRITULADORA DE RODILLOS”

La roca peña, que va a la trituradora de rodillos fragmenta la peña, y la peña triturada pasa directamente a las bandas donde el granulado tiene una persona que hace otra limpieza del carbón que pasa por esta banda, pero los tamaños inferiores a este, no presentan quien haga otra limpieza, contaminando directamente el material.

Foto 13. Rocas grandes en el recorrido



Fuente: Autor

Factor 11 “MATERIAL QUE CAE BAJO LAS BANDAS”

Bajo las bandas cae un material que es una especie de ripio en su mayoría, este material también está compuesto por peña, esta mezcla también se monta directamente a las bandas cuando llevan carbón.

Foto 14. Bajo la banda 4



Fuente: Autor

El material por debajo de la banda no debe ser montado ya que este material es una mezcla de carbón, con peña y polvo de peña, lo que se debe hacer esperar que se saque peña, y en ese momento si montar ese carga.

Factor 12 “CARBÓN NO TOTALMENTE LIMPIO DE MANTO 1”

Manto 1 a pesar de presentar mejor calidad de carbón por no tener despeñe y al parecer un techo más competente, también presenta algunos de estos factores anteriores y al momento de reprimir el carbón de manto 2 en superficie también estamos mirando los posibles casos de contaminación que presente en algunos momentos manto 1, y que inciden directamente sobre el estudio que se le viene haciendo a manto 2.

Factor 13“LIGNITOS O CORROCOCHO EN EL PISO DEL TAJO”

El corrococho o carbón hullas no bien desarrolladas, tienen un porcentaje en el piso del tajo más bien un lignito en el rango del carbón.

Se tomaron algunas muestras de corrococho:

Corrococho blando: 34.13 % de cenizas

Corrococho más frágil: 10.39 % de cenizas

Corrococho duro: 44.20 % de cenizas

Foto 15. Corrococho duro



Fuente: Autor

Factor 14 “MATERIAL QUE SE DEVUELVE POR DEBAJO DE LA PANZER”

Foto 16. Colero de la panzer sacando carga



Fuente: Autor

Por el colero de la panzer un material viene, al parecer este material es la trituración de carbón y roca que se mete por debajo en la cabecera de a panzer. A simple vista este material no parece tan limpio, así que el día 25/03/2015 se tomaron las muestra para ver el porcentaje de ceniza se sale de la normalidad.

Foto 17. Colero de la panzer



Fuente: Autor

El material que viene de la panzer es un material que por lo general se toma de por debajo donde se estabiliza la panzer para tomar altura de descarga respecto a la repartidora. La máquina panzer del tajo, es unos los factores más graves a controlar, la máquina que debe ir completamente pagada al piso desde el colero hasta la cabecera de la máquina, pero cuando se llega a la cabecera de la maquina se le debe dar una altura óptima para el descargue, trabajo que hace que unos metros antes del cabezote de la panzer, donde la

carga es arrastra nuevamente por debajo de la máquina, que hace un flujo donde con la misma carga se raspa el piso del tajo esta carga sube por el colero como piso de la máquina y los trabajadores arrojan en carbón sobre esta.

Factor 15 “LIGNITOS O CORROCOCHO DE TECHO”

Foto 18. Lignitos o corrococho en el techo



Fuente: Autor

El techo del manto de carbón esta dado en una pizarra carbonosa que se adhiere mucho con el carbón, cundo los mineros tratan de picar la parte de techo, el carbón trae fragmentos de esta roca, lo que hace que se incremente también los porcentajes de cenizas.

Factor 16“INCLUSIONES O HIERRO EN EL MANTO”

En el manto de carbón se encuentra un mineral al que los mineros llaman hierro, le llaman hierro porque este es bastante duro, tan duro que el pico bota chispas al contacto con este, a este material se le hará un estudio para saber que mineral es , y si por ende contamina el carbón.

Foto 19. Minerales en el manto



Fuente: Autor

Factor 17 “DESARROLLO DE MANTO 2”

Foto 20. Frente de vía repartidora



Fuente: Autor

Foto 21. Frente de vía sobre guía



Fuente: Autor

El desarrollo ha sido en algunas ocasiones predominante ya que los ciclos de avance no se detienen y como todo manto 2 tiene la intercalación de arenisca, hace que como el avance es con martillo picador se mezcle esta con la carga de carbón.

Factor 18 “PERDIDA DE LA LINEA RECTA O SERRUCHO EN EL TAJO”

Foto 22. Perdida de la línea recta o serrucho en el tajo



Fuente: Autor

6. ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LOS FACTORES QUE CONTAMINAN EL CARBON

6.1. ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE LOS FACTORES MÁS REPRESENTATIVOS

Cuantificar cada uno de los factores no es una tarea fácil y colocar un índice específico mucho menos ya que se parte de datos circunstanciales experimentales enfocados desde el comienzo de la práctica, a los que se le hizo un seguimiento y se realizó un promedio de todos los datos recolectados.

A pesar de contar con un **reporte de muestreo y análisis de muestreo de manto 2**, tan reciente de un laboratorio especializado se hizo el cálculo general y unitario de cada factor.

Pariendo del trabajo realizado por SGS Colombia S.A que realizo un muestreo manual aplicando las normas ASTM D-4596, basados en el proceso de muestreo mencionado, fueron establecidos por el laboratorio en la ciudad de barranquilla con el objetivo de entregar resultados de análisis próximos para muestras de cana para manto 2.

Con fecha de análisis del 11 de septiembre del 2014

Se tomaron 7 muestras:

2 en cabecera

4 en el tajo

1 repartidora

Con los siguientes resultados:

Tabla 10. Muestra cabecera canal 1 núcleo

ID Laboratorio: CO1401075.002	Fecha de Análisis: 11/09/2014		
ID Muestra: FRENTE DE C/ZERA MANTO 2 CANAL 1 NUCLEO			
*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	12.41		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	2.50	2.85	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	41.96	47.91	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	43.13	49.24	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.39	0.45	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	11146	12726	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	6192	7070	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	25.93	29.60	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 11. Muestra tajo canal 1

ID Laboratorio: CO1401075.011	Fecha de Análisis: 11/09/2014		
ID Muestra: FRENTE DEL AVANCE MANTO 2 CANAL 2 NUCLEO			
*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	11.94		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	11.76	13.35	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	39.83	45.23	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	36.47	41.42	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.39	0.45	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	9920	11265	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	5511	6258	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	23.07	26.20	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 12. Muestra tajo canal2

ID Laboratorio: CO1401075.008	Fecha de Análisis: 11/09/2014		
ID Muestra: FRENTE DEL AVANCE MANTO 2 CANAL 1 NUCLEO			
*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	12.25		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	5.32	6.06	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	41.23	46.98	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	41.20	46.96	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.44	0.50	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	10814	12323	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	6008	6846	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	25.15	28.66	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 13. Muestra tajo canal 3

ID Laboratorio: CO1401075.014

Fecha de Análisis: 11/09/2014

ID Muestra: FRENTE DEL AVANCE MANTO 2 CANAL 3 NUCLEO

*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO

	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	12.27		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	2.78	3.17	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	42.66	48.62	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	42.29	48.21	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.42	0.48	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	11167	12728	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	6204	7071	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	25.97	29.61	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 14. Muestra tajo canal 2

ID Laboratorio: CO1401075.016

Fecha de Análisis: 11/09/2014

ID Muestra: FRENTE DEL AVANCE MANTO 2 CANAL 4 NUCLEO

*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO

	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	16.09		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	2.48	2.96	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	41.10	48.98	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	40.33	48.06	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.52	0.62	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	10705	12758	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	5947	7088	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	24.90	29.68	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 15. Muestra repartidora canal 1

ID Laboratorio: CO1401075.019

Fecha de Análisis: 11/09/2014

ID Muestra: REPARTIDORA MANTO 2 CANAL 1 NUCLEO

*-ANALISIS PROXIMO COMPLETO

	Base Como	Base Seca	Método
	Se Recibe		
Humedad Total, % en peso	12.67		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	2.75	3.15	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	43.19	49.45	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	41.39	47.40	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.40	0.46	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	11224	12852	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	6236	7140	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	26.11	29.89	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Tabla 16. Muestra tajo canal 4

ID Laboratorio: CO1401075.005

Fecha de Análisis: 11/09/2014

ID Muestra: FRENTE DE C/ZERA MANTO 2 CANAL 2 NUCLEO

***-ANALISIS PROXIMO COMPLETO**

	Base Como Se Recibe	Base Seca	Método
Humedad Total, % en peso	12.29		ASTM D3302/D3302M-12*
Ceniza, % en peso	3.12	3.56	ASTM D 7582(*) -12/3174-12(*)
Materia Volátil, % en peso	43.11	49.15	ASTM D7582(*) -12/3175-11(*)
Carbono Fijo (por diferencia), % en peso	41.48	47.29	ASTM D3172-07a(by diff)(*)
Azufre, % en peso	0.39	0.45	ASTM D4239-12 Method A(*)
Poder Calorífico Bruto (Btu/Lb)	11152	12715	ASTM D5865-12(*)
Poder Calorífico Bruto (Kcal/Kg)	6195	7064	ASTM D5865-12
Poder Calorífico Bruto (GJ/Ton)	25.94	29.58	ASTM D5865-12

Fuente: Carbones San Fernando s.a.s.

Todas estas imágenes dan crédito de los porcentajes de ceniza azufre y humedad que son los análisis inmediatos que afectan directamente a la calidad del carbón.

Tabla 17. Resumen de los resultados de muestreo en canal por muestra.

LUGAR EN MANTO 2	cenizas %(en peso)	azufre %(en peso)	humedad %(en peso)
cabecera	2,5	0,39	12,41
cabecera	3,12	0,39	12,29
1 muestra	5,32	0,44	12,25
1 muestra	11,76	0,39	11,94
1 muestra	2,78	0,42	12,27
1 muestra	2,48	0,52	16,09
repartidora	2,75	0,4	12,67

Fuente: Autor

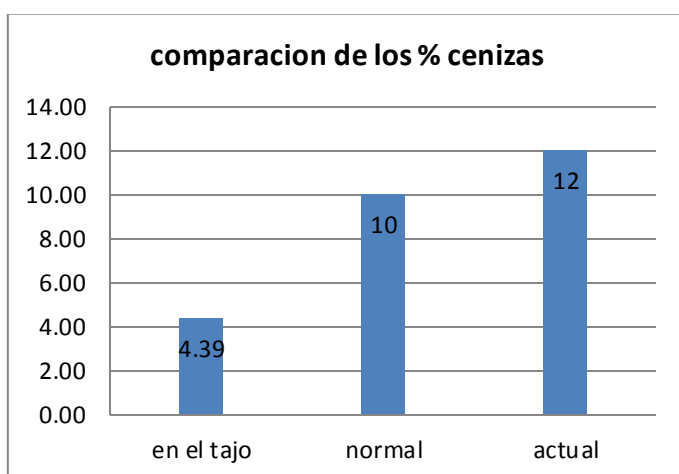
Haciendo un promedio en la siguiente tabla.

Tabla 18. Resumen de los resultados promedio

ANÁLISIS PRÓXIMOS	%(en peso)
cenizas	4.39
azufre	0.42
humedad	12.85

Fuente: Autor

Figura 5. Comparación de los porcentajes de cenizas



Fuente: Autor

Factor 1 “RESPALDO DEL TECHO INMEDIATO ES FRAGIL EN TRAMOS” Y “VACIADO DE TAREAS”

- Digamos que el promedio de vaceo de tareas promedio son 4 canales
- Si el respaldo inmediato tiene aproximadamente 30 cm de espesor.
- Si se vacea suponiendo en los peores escenarios todo el avance 140 cm.
- El largo de la canal es de 150 cm.

Estaríamos hablando de un volumen aproximado:

Volumen aproximado= avance x largo de la canal x espesor techo inmediato

Volumen aproximado=1.40m x1.5mx 0.30 m

$$V=0,63 \text{ m}^3$$

En caiga carga estéril sobre el carbón, el material más grande si se puede es evacuado rápidamente, ese material que quebradizo pequeño que a veces se deja pasar no sobrepasa el 10% del volumen de este techo.

$$V=0,63 \text{ m}^3 \times 0.1 = 0.063 \text{ m}^3$$

La densidad de la arenisca es: 2400 kg/m^3

En peso seria:

$$\text{Peso: } 0.063 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso: } 151.2 \text{ kg}$$

Estaríamos hablando de 151.2 kg de material estéril no deseado sobre la máquina, pero los trabajadores cuando se derrumba una tarea para la máquina con la intención de que no ensucie tanto el carbón que se va moviendo en la panzer.

Pero como son 4 canales

$$\text{Peso total: } 151.2 \text{ kg} \times 4 = 604.8 \text{ kg}$$

Entonces no significaría solamente contaminación de 4 canales, por que estas se palean con un ritmo de trabajo, y ese ritmo de paleado seria 1 palada en cada dos canales.

Siendo mejor caso que se derrumbe todo o más bien que se valla todo el material sobre el carbón en la máquina porque de esta manera esto pasa todo a la tolva de estéril ya que la contaminación queda en cero.

Si la producción diaria de este tajo es:

#canales x largo canal x altura del tajo x avance x densidad del carbón

$$= 123 \times 1.5 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \times 1.25 \text{ t/m}^3$$

$$= 389.7 \text{ t} = 389700 \text{ kg}$$

Pero trabajemos con 360 toneladas día. Los que nos diría que 604.8 kg de carga con el 28% de cenizas

$$\text{Peso de la ceniza} = 0.605 \text{ toneladas} \times 0.28 = 0.17 \text{ toneladas de cenizas}$$

Veamos el porcentaje de ceniza respecto a las 360 toneladas de producción

$$= (100\% \times 0.17 \text{ toneladas de cenizas}) / 360 \text{ toneladas de carbón}$$

$$= 0.05 \% \text{ de cenizas}$$

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CARGA QUE ARRASTRA LA PANZER POR DEBAJO Y SUBE POR EL COLERO

Estos son datos que se tomaron del tajo

#canales: 123 unidades

Largo de las canales: 150 cm

Espacio entre reglillas: 110 cm aproximadamente

Velocidad de cadena llena: 5.0 Km/h

Velocidad de la cadena vacía: 5.5 Km/h

Densidad del material que sale por debajo: 0.9 gr/cm³

Ancho de la canal: 0.58 cm

Se hizo un experimento para saber cuánta carga subía por el colero y nos arrojó un promedio 4 kg por espacios (1.5 metro) de regleta de la panzer.

Entonces pasamos a metros

$$\text{Longitud de la panzer: } 123 = 184.5 \text{ m}$$

$$\text{Peso por tramo de material de arrastre } 4 \text{ kg} \times 123 = 492 \text{ kg}$$

$$5 \text{ Km/h} = 12000 / 3600 = 1.4 \text{ m/s}$$

Tiempo de recorrido de la panzer (transportando carga desde el colero hasta el cabezote de la panzer)

$$(1.4 \text{ m/s}) \times (123 \times 1.5 \text{ m})$$

$$= 258 \text{ s} = 4.3 \text{ minutos}$$

Redondeados a 5 minutos y suponiendo que la maquina trabajara llena las 8 horas de un turno, pero la maquina es parada varias veces en un recorrido ósea que según la experiencia cada recorrido esa 20 minutos.

Eso con un promedio de altura de la panzer con carga entre los 16.5 cm.

15000 kg en cada recorrido

Como ocho horas son 480 minutos

Ósea que la maquina en 24 recorridos con carga saca toda la producción del tajo (360000).

Entonces podemos decir $492 \text{ kg} \times 24 \text{ recorridos} = 11808 \text{ kg}$

Los que nos diría que 11808 kg de carga con el 33% de cenizas

Peso de la ceniza = $11.808 \text{ toneladas} \times 0.33 = 3.897 \text{ toneladas de cenizas}$

Veamos el porcentaje de ceniza respecto a las 360 toneladas de producción

$$= (100\% \times 3.897 \text{ toneladas de cenizas}) / 360 \text{ toneladas de carbón}$$

$$= 1.08 \% \text{ de cenizas}$$

“LIGNITOS O CORROCOCHO EN EL PISO DEL TAJO”

El corrococho o carbón hullas no bien desarrolladas, tienen un porcentaje en el piso del tajo más bien un lignito en el rango del carbón.

Se tomaron algunas muestras de corrococho

Corrococho blando: 34.13 % de cenizas densidad: entre 2200 y 2400 kg/m³

Corrococho más frágil: 10.39 % de cenizas

Corrococho duro: 44.20 % de cenizas

Este factor también es clave en el la investigación a que presenta alta contaminación.

Si hacemos un promedio de los porcentajes de cenizas de los corrocochos tendríamos 29.6 % de cenizas. Este va en todo el tajo con un grosor promedio de 15 cm.

Sería entonces:

Largo del tajo: 184.5 m

Grosor promedio del corrococho: 0.15 m

Avance promedio diario de: 1.3 m

Volumen de corrococho=184.5 m x 0.12 m x 1.3 m

=28.7 m³

Peso corrococho= 28.7 m³ x 2200 kg/m³

=63320.4 kg= 63.332 toneladas de corrococho

Peso de la ceniza=63.332 toneladas x 29.6 = 18.75 toneladas de cenizas

Veamos el porcentaje de ceniza respecto a las 360 toneladas de producción

= (100% x 18.75 toneladas de cenizas)/ 360 toneladas de carbón

=5.20 % de cenizas

Otros factores con menor importancia en los cálculos

Algunos datos en porcentaje de cenizas que se han obtenido de factores a los que se les han hecho seguimiento en los últimos días; esta información viene directamente de los resultados de laboratorio:

- Material que cae de los realces:

19.53% (14 de marzo del 2015)

Se tomaron tres muestras a lo largo del realce intentando dividirlo en 4 secciones, donde se realizó el muestreo de los realce se mezcló homogéneamente luego se hizo cuarteo a pala y se toma una muestra aproximada de 2 a 3 kg.

Donde los porcentajes de cenizas fueron en posición P1: **23.86%**

P2: **18.53%**

P3: **16.12%**

Pero pasa que una carga máximo de 3 toneladas se almacena cada 2 semanas lo que hace que ese factor sea demasiado bajo.

- Polvo de carbón que cae de la banda y cribas en clasificadora promedio:

20.64% de cenizas (19 de marzo del 2015)

Podría tardar hasta un mes para llegar a 2 toneladas de esta carga lo que hace que en comparación con la producción este factor tienda a 0.

- **Material que cae de las bandas:**

De este material se tomó una muestra el día 22 de marzo del 2015, los resultados en laboratorio en una muestra inicial representativa en cabezote de banda 5 y arrojó un 24.71% de cenizas. (De las bandas se cae poco material y podría ser 1 toneladas cada dos semanas, factor que en comparación con un turno de trabajo no tiene mayor importancia)

Muchos de estos factores llamados de menor importancia no se tomaron en cuenta ya que para su estudio se necesitaba demasiado tiempo en mucho de los casos un factor empieza a hacer parte uno del otro, lo que se convertiría en un círculo vicioso con poco grado de interés respecto a la producción de un turno de trabajo. Por esta razón se le dio un porcentaje al resto de factores no calculados de 0.5% cenizas en el peor de los casos.

Si sumamos ahora todos los factores nos podemos dar cuenta del que el incremento de cenizas es de aproximadamente del 6.83 lo que nos lleva a tener carbones por encima del 10 % en superficie, esto nos lleva a decir que si se está afectando la calidad del carbón con el trabajo y condiciones que se vienen presentando.

6.2. RECOMENDACIONES: PLANTEADO DE ALTERNATIVA DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL CARBÓN

Se planteó darle solución a cada uno de los factores anteriormente enumerados:

Factor 1 “RESPALDO DEL TECHO INMEDIATO ES FRAGIL EN TRAMOS” Y “VACIADO DE TAREAS”

Solucionar el problema podría ser no dejar la línea de tajo totalmente paralela a los lisos, lo que actualmente se podría hacer, haciendo un sesgo al tajo respecto a la cabecera de la panzer, esto al parecer es una alternativa, donde se aumentaría el largo del tajo, donde tal vez habrían problemas con el acero y las canales ya que la empresa no cuenta con muchas herramienta de sobra.

El vaciado de algunas canales en una tarea del tajo pasa mucho o por lo menos se vacían 4 canales en un turno de encapizada.

Se comenta en la empresa que es mejor dejar que se vacíen dos canales que intentar hacer maniobras que pongan en peligro al personal. Lo mejor sería controlar plenamente estas tareas.

Puede pasar que en ocasiones las tareas no esas bien forradas, lo que hace que como ese material del techo inmediato aveces es bastante frágil con lodolita bastante fracturada comience a salirse por esos espacios, se vaya haciendo espacios sobre el forro de las tareas y quedan expuestos a caídas de material más grande que puede dañar la madera de forro y vaciarse varias canales. Lo mejor sería forrar bien las tareas. Con orillos no tan delgados. Colocar bien emburradas las palancas respecto al piso y el techo para evitar resbalones de estas estructuras de sostenimiento

Factor 2: “MAL ESTADO DE REALCES EN LA VIAREPARTIDORA”

Los realces de a repartidora de manto 2, este factor sería un factor corregible rápidamente porque no exige más que fuerza de trabajo en un tiempo más seguido, ya que es estos por la vibración del a panzer se desencajan las tablas lo que origina que hayan fugas de material.

Una alternativa más óptima seria que se le pusieran compuestas metálicas. Ya que estas son más rígidas y se harían de una manera que sea imposible que el carbón saliese de la máquina, al material particulado que es lo que más cae en su mayoría.

Factor 3: “REALCES INCOMPLETOS”

Para contrarrestar este factor lo ideal sería colocar el realce desde el mismo descargue de la máquina.

Factor 4: “CAMBIOS PARA MATERIAL OCUCHILLAS”

Este no es tan fácil de controlar ya que actualmente en este punto se tiene un hombre que se encarga de clasificar la carga la cual se deposita en una tolva que tiene 2 compartimentos, dependiendo la carga si es carbón o roca caja. Donde el problema radicaría principalmente en cumplir esta labor a cabalidad, muchas veces el carbón trae roca estéril por debajo lo que no se hace tan fácil diferenciarlo a simple vista.

Lo esencial sería poner a otra persona más para que ayude con esta tarea, donde el puesto de trabajo sea por lo menos a 5 metros, que vigile el flujo de material y pase una alerta a la persona de la cuchilla si se presenta alguna eventualidad con la carga. Además a esta persona se le pueden dar labores de purificación del carbón o sacapeñas, y que remueva un poco la carga de carbón mediante una pala de mano u otra herramienta que le permita verificar que el carbón viene limpio.

Factor 5: “EL ÁNGULO DE FRICCIÓN Y GRANULOMERÍA DEL MATERIAL”

Como el flujo de carga de la panzer respecto a la altura del colero hacia el cabezote de esta, estade manera descendente ya que la panzer tiene el cabezote en el pie de tajo, entonces la carga suele moverse hacia atrás es capaz de revolver cargas diferentes si no se le colocan aproximadamente 2 canales de diferencia (esto desde el colero de la maquina o un ciclo de transporte)

Este factor que se puede corregir fácilmente ya que solo sería dejar un espacio aproximado de 4 canales de la panzer entre carga carbón y carga de peña, así evitaríamos que la roca caja se tenga espacio para rodar no contamine la carga de carbón que viene detrás. Donde la corrección estaría condicionado a la conciencia y sentido de pertenencia del trabajador con la empresa.

Factor 6 “CAMBIOS PARA MATERIAL O CUCHILLA DE BANDA 3, COMPLETAMENTE EN CONTACTO”

Se debe estar bastante presto para que el material que pasa por la cuchilla en caso de ser peña no siga el trascurso del carbón, lo que se debe tener en cuenta es que la cuchilla este en buenas condiciones que pegue completamente con la banda, periódicamente cambiarla

Factor 7 “POLVO DE ROCA ESTERIL SOBRE EL CARBON (bajo el cambio de roca y carbón de banda 3)”

Se debe poner una malla parasol para que divida la ramada entre una zona para carbón y una zona para peña esta hace que el material particulado no le

caiga directamente al carbón ya que los finos de la peña son más volátiles, la malla debe ser como especie de una tela para que no se filtren las partículas pequeñas, aunque a medida que trascurren los días la malla tendrá más carga lo que hace que se quede más material sin pasar por esta.

Factor 8 “PILAS DE CARBÓN SOBRE TERRENO SUELTO bajo la cuchilla de banda 3)”

Como el piso no es completo lo mejor sería completarlo por toda esa zona donde podría caer el carbón, en tiempos donde este lugar sirva de acopio, este piso debe tener las mismas características de resistencia del techo del boxcoulver ya que el cargador de 16 toneladas debe arrastrar este material. (Hacer el diseño en AutoCAD)

Factor 9 “POLVO DE ROCA ESTERIL QUE CAE DE LA BANDA Y DE LA CRIBA VIBRATORIA A LAS TOLVA DE CARBON CLASIFICADO”

Sería fácil poner una malla parasol que haría que ese polvo de la criba y de la banda no llegase a las tolvas de carbón, se observó que la zona hace fácil la instalación de la malla, lo que también tendría de beneficios el control de polvos o material particulado hacia los paisajes naturales cercanos.

Los aspersores no sería tan recomendables aumentaría la humedad residual del carbón, aunque aspersores de agua pulverizada no afectarían mucho al carbón ya que con la misma malla parasol se haría el control de humedad en las tolvas.

Factor 10 “ROCAS GRANDES TAMAÑO COCINA EN EL TRITULADORA DE RODILLOS”

La solución a este factor es fácil solo sería poner a una persona para que saque todo el material que no sea carbón de la criba antes que esa lo mande nuevamente hasta la trituradora de rodillos.

Factor 11 “MATERIAL QUE CAE BAJO LAS BANDAS”

El material por debajo de la banda no debe ser montado ya que este material es una mezcla de carbón, con peña y polvo de peña, lo que se debe hacer esperar que se saque peña, y en ese momento si montar esta carga.

Factor 12 “CARBÓN NO TOTALMENTE LIMPIO DE MANTO 1”

Pues sería seguir las mismas recomendaciones que se le han hecho para manto el tajo y vías de manto 2,

Factor 13 “LIGNITOS O CORROCOCHO EN EL PISO DEL TAJO”

Pues el corrococho es uno de los factores que más inciden porque es un factor que siempre esta, los otros factores son posibles, el corrococho es parte del manto de carbón y desde siempre ha sido arrancado con este, no hacerlo es incurrir en posibles conatos de incendio.

Ese corrococho es un material suave y blando en la mayoría de las ocasiones, que se desmenuza fácilmente, se revuelve con los finos o ripios del carbón se vende junto con este. Ósea que es mejor seguirlo explotando por ahora a menos que se exijan mejores calidades a la empresa, posiblemente en ese caso una de las alternativas de control sería poner al momento de pasar la escoba para el comienzo de la recuperada, se picara y paliara todo ese material, lo que a simple vista pondría más trabajo a esta labor pero habría beneficios para mejoras de los tiempos de arranque del carbón o encapizada, seria jugar con el número de canales por trabajadores, y cantidad de estos en un turno.

Factor 14 “MATERIAL QUE SE DEVUELVE POR DEBAJO DE LA PANZER”

La solución de esta es una de las más complicadas tal vez tenga varias parte para su solución.

La máquina presenta una especie de realces como tres o 4 metros antes de la descarga o cabezote, pero los realces no gozan de buenas condiciones, ya que

este se hace en madera y las tablas que se pones no tienen un apoyo rígido o simplemente se ponen como se medió puedan sostener. Tal vez si en los últimos metros de la panzer se contara con una estructura rígida en forma de compuerta el flujo de carga por debajo de la maquina sería menor, ya que en este punto cae mucha carga de la máquina.

Algunas canales de la estructura de la panzer no están completamente en contado entre una y otras lo que hace que aumente el flujo por debajo de la panzer, seria arreglar las canales en mal estado para que las uniones queden totalmente en contacto.

Factor 15 “LIGNITOS O CORROCOCHO DE TECHO”

Esta pizarra carbonosa se pega bastante a ese carbón próximo al techo, la solución sería tirar esos pequeños pedazos de mezclas a la línea o calle de derrumbe, o mandarlo como peña.

Pero este no es diferenciable a simple vista lo que hace que no siempre se tengan en cuenta estas opciones anteriores.

Factor 16 “INCLUSIONES O HIERRO EN EL MANTO”

No se encuentra normalmente pero aparece y lo que se hace si los trabajadores lo notan es tirarlo al derrumbe, por lo general cuando este aparece el carbón del frente se encuentra bastante duro de arrancar, y cuando se golpea a estas tirillas daña las puntas de los picos, lo que se hace es bordearlo con el pico, para sacarlo tirarlo al derrumbe.

Factor 17 “DESARROLLO DE MANTO 2”

Los frentes de desarrollo al igual que el tajo la separación de las pequeñas partículas de roca estéril con el carbón resulta una tarea tediosa, y muchas veces se tiran estas pequeñas mezclas a lo que se esté cargando en los coches en ese momento, lo que hace inconveniente a la sana calidad del carbón.

Lo bueno sería es que al momento de evacuar carbón, si ha mezclas de carbón con roca cajas no separables fácilmente se echara a un lado y en el momento que se fuera cargar el material estéril montar ese material.

Factor 18 “PERDIDA DE LA LINEA RECTA DEL TAJO O SERRUCHO EN EL TAJO”

Cuando se hacen los serruchos, se hacen más zonas de debilidad ya que los espacios se hacen más grandes lo que hace que el techo este más propenso a fallar y halla lugares donde el techo inmediato se vacíe, en las proximidades donde termina el serrucho, son zonas muy complejas para trabajar y la contaminación es estas zonas pasa a segundo plano, ya que lo principal en ese momento es avanzar las medidas de avances de cada tarea y seguir bien librado. Lo mejor sería poder tirar la roca estéril al derrumbe, o echar las mezclas a la máquina, por lo general se palea rápidamente y más adelante calvez en la cuchillas se clasifique este material.

6.3. VENTAJAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE BENEFICIO

Pues el beneficio más apropiado seria el lavado y secado de este carbón de tamaños maní y ripio, ya que el resto de carbón por granulometría poco es afectado por cenizas que por lo general se encuentra en mayores porcentajes en tamaños menores a $\frac{3}{4}$ de pulgada, que dejaría al carbón proveniente de manto 2, con porcentajes de ceniza por debajo del 8%.

6.4. VIABILIDAD DEL LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA CARBÓN

Si aplicamos la mayoría de las recomendaciones se mitigaría un poco pero ha factores que serían difícil de corregir, las calidades del carbón varían para los diversos compradores. Sería una sobreinversión en montar una planta de lavado y secado teniendo otras prioridades como aumento de producción, dada a que el carbón de la empresa se vende a buen precio en el mercado nacional.

CONCLUSIONES

- Cuando se evaluó el estado del arranque manual actual del tajo de manto 2 nos dimos cuenta que los factores más importante se vinculan directamente a este.
- Se hizo la descripción del método de explotación del tajo.
- Se evaluaron los frentes y vías de desarrollo, por donde se transporta el mineral nos encontramos que hay algunos factores pero no la suma de todos ellos no sobrepasan el 0.5 % en el incremento de cenizas.
- Se desarrollo un muestreo en banda desde la guía repartidora del tajo de manto 2.
- Presentar periódicamente los resultados del muestreo del carbón, enfocando análisis en cenizas y azufre en el tajo. Los ensayos de azufre en muestras de canales los hizo un laboratorio SGS Colombia S.A
- Se plantearon alternativas para mitigar la contaminación del carbón en cada uno de los factores y general para cada uno de ellos.

RECOMENDACIONES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Las recomendaciones de este proyecto se fueron haciendo a lo largo de la investigación en cada uno de esos factores que incidían sobre la contaminación de carbón por cenizas.

Pues las recomendaciones ya estarían infundadas a desarrollar proyectos de grados con esta modalidad, ya que aporta mucho a la formación de buenos ingenieros y a mi parecer le abre de manera rápida las puertas al ámbito laboral.

BIBLIOGRAFIA

- JUSTO IGNACIO BAEZ RODRIGUES (UPTC 2004); MANUAL DE CARBONES Y COQUIZACION
- Gerencia de planificación del carbón, división análisis de reservas, Santafé de Bogotá; ECOCARBÓN (1995); NORMAS GENERALES SOBRE MUESTREO Y ANÁLISIS.
- INGEOMINAS y MINERCOL (2004). El carbón colombiano, recursos, reservas y calidad. Bogotá.
- Sr. Edmundo Delcourt; ESTUDIO SOBRE LA CUESTIÓN CARBONERA EN CHILE.
- Ingeniero de Minas A. I. Lg. Ingeniero Electricista A. I. M. Chile 1924.
- Bonney; *ANÁLISIS PRÓXIMOS*. Publicado 25 de diciembre de 2010.
- Racionalización de la Minería Subterránea de la Cuenca de la Sinfaná CIC ECOCARBON.Antioquia. Septiembre de 1998.

ANEXOS